

EVANISA FÁTIMA REGINATO QUEVEDO MELO

Resposta de Cultivares de Feijão (***Phaseolus vulgaris*** L.) à Níveis de Zinco nas Formas Inorgânica e Orgânica, em Casa-de-Vegetação e no Campo

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração Ciência do Solo do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre.

CURITIBA

1990



P A R E C E R

Os Membros da Comissão Examinadora, designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo", para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado, apresentada pela candidata **EVANISA FÁTIMA REGINATO QUEVEDO MELO**, com o título "Resposta de Cultivares de Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), a níveis de zinco nas formas inorgânica e orgânica, em casa-de-vegetação e no campo", para obtenção do grau de Mestre em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo" do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, após haver analisado o referido trabalho e arguido a candidata, são de parecer pela **APROVAÇÃO** da Dissertação, com o Conceito "A", completando assim, os requisitos necessários para receber o diploma de **Mestre em Agronomia- Área de Concentração "Ciência do Solo"**.

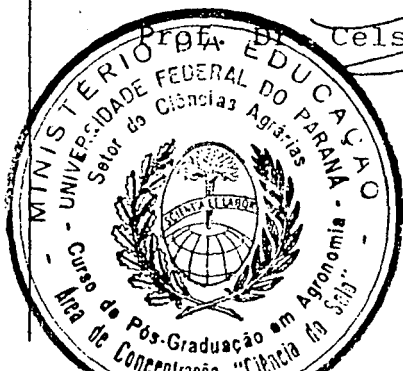
Secretaria do Curso de Pós-Graduação em Agronomia- Área de Concentração "Ciência do Solo", em Curitiba, 18 de janeiro de 1990.

Prof. Dr. Pedro Ronzelli Júnior, Presidente.

Prof. Dr. Osmar Souza dos Santos, 1º Examinador.

Prof. Dr. Carlos Bruno Reissmann, 2º Examinador.

Celso Luiz Prevedello, Coordenador.



*Ao Engenheiro Civil e de Segurança  
do Trabalho*

*JOSE HUMBERTO QUEVEDO MELO,  
meu esposo.*

*DEDICO.*

### AGRADECIMENTOS

Ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Área de Concentração em Ciência do Solo, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, pela oportunidade de realização deste trabalho.

Ao Professor Anibal de Moraes, pelo incentivo transmitido para que ingressasse no Curso de Pós-Graduação da UFPR, pela confiança depositada e amizade.

Ao Professor Pedro Ronzelli Júnior, pela amizade e dedicação, pela colaboração incansável e, principalmente pela orientação segura e equilibrada.

Aos Professores Henrique Soares Koehler e Beatriz Monte Serrat Prevedello, pela co-orientação, amizade e dedicação.

Ao Professor Osmar Souza dos Santos, pelas sugestões, críticas e principalmente pela amizade.

Ao Centro de Estações Experimentais da UFPR, nas pessoas de seu Diretor Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> Acyr José da Rocha e do Administrador Professor Edelclaiton Daros pela concessão das facilidades à execução do trabalho experimental de campo.

Ao Laboratório de Nutrição de Plantas da UFPR, nas pessoas do Professor Carlos Bruno Reissmann e dos funcionários, pelas análises realizadas.

Aos Professores do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Ciência do Solo, do Setor de Ciências Agrárias, da UFPR, pelos conhecimentos transmitidos e amizade.

Aos estagiários André Didier Sentone e Giancarlo Burigo Guimarães pela colaboração e amizade na execução deste trabalho.

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação, pelo companheirismo e amizade demonstrados ao longo deste período.

À Microquímica Indústria Químicas Ltda., pelo fornecimento de produtos e financiamento das análises foliares no IBRA - Análises Químicas Ltda.

A Francisco Reginato, meu pai, e Maria Pelepenko Reginato, minha mãe, pela orientação e fé na vida, razão pela qual tenho lutado.

A Judite e Edite, minhas irmãs, pelo apoio, compreensão e confiança depositada, e ao Euclides, meu cunhado pela compreensão e amizade.

Ao Igor e Nadetsa, meus sobrinhos, pela alegria e pureza que transmitem fazendo com que a vida seja um eterno brinquedo.

A Advento e Corina Melo, meus sogros, a Beth e Anibal meus cunhados, pelo apoio e compreensão.

Ao José Humberto, meu espôso, pela compreensão, confiança e dedicação a esta luta diária que propiciou chegar ao termo desta obra.

A todos os meus amigos, que direta ou indiretamente contribuíram para a execução deste trabalho, e em especial a Eng<sup>a</sup> Agr<sup>a</sup> Eliane Ferreira e a Eng<sup>a</sup> Florestal Saionara de Christo.

*"Irmãos, quanto a mim, não julgo que  
haja alcançado a perfeição, mas uma  
coisa faço, e é que, esquecendo-me  
das coisas que atrás ficam, avanço  
para as que se encontram diante de  
mim".*

Paulo (FILIPENSES, 3:13 e 14)

## BIOGRAFIA

EVANISA FÁTIMA REGINATO QUEVEDO MELO, filha de Francisco Reginato e Maria Pelepenko Reginato, nasceu em Erechim, RS, aos seis dias do mês de fevereiro de 1964.

Em fevereiro de 1985, colou grau, como Engenheira Florestal na Universidade Federal de Santa Maria, RS.

Em agosto de 1987, colou grau, como Engenheira Agrônoma na Universidade Federal de Santa Maria, RS.

Em setembro de 1987, iniciou o Curso de Mestrado, no Departamento de Solos da Universidade Federal do Paraná.

## S U M Á R I O

	<u>LISTA DE FIGURAS</u> .....	x
	<u>LISTA DE TABELAS</u> .....	xiii
	<u>RESUMO</u> .....	xxii
1	<u>INTRODUÇÃO</u> .....	1
2	<u>REVISÃO DE LITERATURA</u> .....	4
2.1	CULTURA DO FEIJÃO .....	4
2.2	ZINCO NO SOLO .....	5
2.2.1	Ocorrência, Conteúdo e Distribuição nos Solos.	5
2.2.2	Fatores que Influenciam a Disponibilidade de Zinco no Solo .....	9
2.3	ZINCO NA PLANTA .....	10
2.3.1	Absorção, Transporte e Redistribuição .....	10
2.3.2	Funções .....	11
2.3.3	Sintomas de Deficiência .....	11
2.3.4	Níveis Críticos .....	12
2.3.5	Interações .....	12
2.4	MODO DE APLICAÇÃO E FONTES DE ZINCO MAIS UTILI- ZADAS .....	14
2.5	RESULTADOS DA APLICAÇÃO DE ZINCO MISTURADO OU NÃO NA CULTURA DO FEIJÃO .....	15
3	<u>MATERIAL E MÉTODOS</u> .....	21
3.1	EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO .....	21
3.2	EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO - RESIDUAL ....	26



3.3	EXPERIMENTO DE CAMPO .....	27
3.4	ANÁLISES QUÍMICAS .....	28
3.4.1	Determinação de Zinco Total do Solo .....	29
3.4.2	Determinação de Zinco Disponível do Solo ....	29
3.4.3	Determinação de Zinco nas Folhas e na Semen- te .....	29
4	<u>RESULTADOS E DISCUSSÃO</u> .....	30
4.1	EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO .....	30
4.1.1	Altura de Plantas aos 45 Dias após a Emergên- cia (DAE) .....	38
4.1.2	Altura de Plantas na Colheita .....	41
4.1.3	Peso de 100 Sementes .....	41
4.1.4	Rendimento por Planta .....	45
4.1.5	Teor de Zinco nas Folhas .....	47
4.2	EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO - RESIDUAL ...	50
4.2.1	Altura de Plantas aos 45 Dias após a Emergên- cia (DAE) .....	60
4.2.2	Número de Vagens por Planta .....	60
4.2.3	Rendimento de Grãos por Planta .....	63
4.2.4	Teores de Zinco no Solo .....A.....	67
4.2.5	Teor de Zinco nas Folhas .....	70
4.3	COMPARAÇÃO ENTRE OS EXPERIMENTOS FEITOS EM CA- SA-DE-VEGETAÇÃO .....	72
4.3.1	Rendimento por Planta .....	72
4.3.2	Teor de Zinco nas Folhas .....	80
4.3.3	Teor de Zinco nas Sementes .....	80
4.4	EXPERIMENTO DE CAMPO .....	82
4.4.1	População Inicial de Plantas.....	95

4.4.2	População Final de Plantas.....	95
4.4.3	Altura de Plantas .....	98
4.4.4	Número de Vagens por planta .....	98
4.4.5	Peso de 100 Sementes .....	102
4.4.6	Produção de Grãos .....	102
4.4.7	Teor de Zinco nas Folhas .....	108
4.4.8	Teor de Zinco nas Sementes .....	110
5	<u>CONCLUSÕES</u> .....	111
	<u>ABSTRACT</u> .....	113
	<u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u> .....	114

## LISTA DE FIGURAS

### FIGURA

- 1 ALTURA DE PLANTAS AOS 45 DIAS APÓS A EMERGÊNCIA  
PARA OS CULTIVARES 'FT 398', 'FT 120' E 'IAPAR 20'  
EM EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO ..... 42
- 2 ALTURA DE PLANTAS NA COLHEITA PARA OS CULTIVARES  
'FT 398', 'FT 120' E 'IAPAR 20' EM EXPERIMENTO  
EM CASA-DE-VEGETAÇÃO ..... 43
- 3 PESO DE 100 SEMENTES PARA OS CULTIVARES 'FT 398',  
'FT 120' E 'IAPAR 20' EM EXPERIMENTO EM CASA-DE-  
VEGETAÇÃO ..... 44
- 4 RENDIMENTO DE GRÃOS POR PLANTA PARA OS CULTIVARES  
'FT 398', 'FT 120' E 'IAPAR 20' EM EXPERIMENTO EM  
CASA-DE-VEGETAÇÃO ..... 46
- 5 EFEITOS DE FORMAS E NÍVEIS DE ZINCO SOBRE A ALTU-  
RA DE PLANTAS AOS 45 DIAS APÓS A EMERGÊNCIA PARA  
O cv. 'FT 398', EM EXPERIMENTO RESIDUAL EM CASA-  
DE- VEGETAÇÃO ..... 62
- 6 EFEITOS DE FORMAS E NÍVEIS DE ZINCO SOBRE O NÚME-  
RO DE VAGENS POR PLANTA DOS CULTIVARES 'FT 398';  
'FT 120' E 'IAPAR 20' EM EXPERIMENTO RESIDUAL EM  
CASA-DE-VEGETAÇÃO ..... 64

# FIGURA

7	EFEITOS DE FORMAS E NÍVEIS DE ZINCO SOBRE O RENDIMENTO POR PLANTA DOS CULTIVARES 'FT 398', 'FT 120', E 'IAPAR 20' EM EXPERIMENTO RESIDUAL EM CASA-DE-VEGETAÇÃO .....	65
8	TEORES, EM ppm, DE Zn TOTAL E DISPONÍVEL NO SOLO PARA OS CULTIVARES 'FT 398' E 'IAPAR 20' EM EXPERIMENTO RESIDUAL EM CASA-DE-VEGETAÇÃO .....	71
9	EFEITOS DO Zn RESIDUAL NA FORMA INORGÂNICA SOBRE O TEOR (ppm) DESTES MICRONUTRIENTES NAS FOLHAS PARA OS TRÊS CULTIVARES DE FEIJÃO, E DOS TEORES (ppm) DE Zn DISPONÍVEL SOBRE OS TEORES DESTES MICRONUTRIENTES NAS FOLHAS DOS FEIJOEIROS, EM EXPERIMENTO RESIDUAL EM CASA-DE-VEGETAÇÃO .....	74
10	EFEITOS DO ZINCO NAS FORMAS INORGÂNICA E ORGÂNICA SOBRE O RENDIMENTO POR PLANTA DO cv. 'FT 398' EM DOIS CULTIVOS EM CASA-DE-VEGETAÇÃO .....	76
11	EFEITOS DO ZINCO NAS FORMAS INORGÂNICA E ORGÂNICA SOBRE O RENDIMENTO POR PLANTA DO cv. 'FT 120' EM DOIS CULTIVOS EM CASA-DE-VEGETAÇÃO .....	77
12	EFEITOS DO ZINCO NAS FORMAS INORGÂNICA E ORGÂNICA SOBRE O RENDIMENTO POR PLANTA DO cv. 'IAPAR 20' EM DOIS CULTIVOS EM CASA-DE-VEGETAÇÃO .....	79
13	VARIAÇÃO DIÁRIA DAS TEMPERATURAS MÁXIMA E MÍNIMA E DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA, DE OUTUBRO DE 1988 A FEVEREIRO DE 1989 .....	83

## FIGURA

- 14 EFETOS DOS NÍVEIS DE ZINCO NA FORMA INORGÂNICA  
SOBRE O RENDIMENTO MÉDIO DOS cvs. 'IAPAR 20',  
'FT 398' E 'FT 120', EM EXPERIMENTO NO CAMPO .... 106
- 15 EFETOS DOS NÍVEIS DE ZINCO NA FORMA ORGÂNICA SO-  
BRE O RENDIMENTO MÉDIO DOS cvs. 'IAPAR 20',  
'FT 398' E 'FT 120', EM EXPERIMENTO NO CAMPO .... 107

## LISTA DE TABELAS

### TABELA

- 1      CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DO SOLO UTILIZADO NOS EXPERIMENTOS EM CASA-DE-VEGETAÇÃO E NO CAMPO ..... 22
- 2      TRATAMENTOS RESULTANTES DA COMBINAÇÃO DE DUAS FORMAS E QUATRO NÍVEIS DE ZINCO ..... 24
- 3      ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS DADOS OBTIDOS NO EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO, PARA OS TRÊS CULTIVARES DE FEIJÃO ..... 31
- 4      COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE NÍVEIS DE ZINCO INORGÂNICO, ALTURA DE PLANTAS AOS 45 DAE, ALTURA DE PLANTAS NA COLHEITA, NÚMERO DE VAGENS/PLANTA, NÚMERO DE SEMENTES/VAGEM, PESO DE 100 SEMENTES, RENDIMENTO/PLANTA E TEOR DE ZINCO NAS FOLHAS PARA O cv. 'FT 398' EM EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO ..... 33
- 5      COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE NÍVEL DE ZINCO ORGÂNICO, ALTURA DE PLANTAS AOS 45 DAE, ALTURA DE PLANTAS NA COLHEITA, NÚMERO DE VAGENS/PLANTA, NÚMERO DE SEMENTES/VAGEM, PESO DE 100 SEMENTES, RENDIMENTO/PLANTA E TEOR DE ZINCO NA FOLHA

# TABELA

	PARA O cv. 'FT 398' EM EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO .....	34
6	COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE NÍVEIS DE ZINCO INORGÂNICO, ALTURA DE PLANTAS AOS 45 DAE, ALTURA DE PLANTAS NA COLHEITA, NÚMERO DE VAGENS/PLANTA, NÚMERO DE SEMENTES/VAGEM, PESO DE 100 SEMENTES, RENDIMENTO/PLANTA E TEOR DE Zn NAS FOLHAS PARA O cv. 'FT 120', EM EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO .....	36
7	COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE NÍVEIS DE ZINCO ORGÂNICO, ALTURA DE PLANTAS AOS 45 DAE, ALTURA DE PLANTAS NA COLHEITA, NÚMERO DE VAGENS/PLANTA, NÚMERO DE SEMENTES/VAGEM, PESO DE 100 SEMENTES, RENDIMENTO/PLANTA E TEOR DE Zn NAS FOLHAS PARA O cv. 'FT 120', EM EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO ....	37
8	COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE NÍVEIS DE ZINCO INORGÂNICO, ALTURA DE PLANTAS AOS 45 DAE, ALTURA DE PLANTAS NA COLHEITA, NÚMERO DE VAGENS/PLANTA, NÚMERO DE SEMENTES/VAGEM, PESO DE 100 SEMENTES, RENDIMENTO/PLANTA E TEOR DE Zn NAS FOLHAS PARA O cv. 'IAPAR 20' EM EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO .....	39
9	COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE NÍVEIS DE ZINCO ORGÂNICO, ALTURA DE PLANTAS AOS 45 DAE, ALTURA DE PLANTAS NA COLHEITA, NÚMERO DE VAGENS/PLANTA, NÚMERO DE SEMENTES/VAGEM, PESO DE 100 SEMEN-	

TABELA

	TES, RENDIMENTO/PLANTA E TEOR DE Zn NAS FOLHAS PARA O cv. 'IAPAR 20', EM EXPERIMENTO EM CASA-DE- VEGETAÇÃO .....	40
10	EQUAÇÕES DE REGRESSÃO PARA RENDIMENTO POR PLANTA E COMPONENTES DO RENDIMENTO PARA ZINCO NAS FOR- MAS INORGÂNICA E ORGÂNICA PARA OS TRÊS CULTIVA- RES DE FEIJÃO, EM EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETA- ÇÃO .....	48
11	TEOR DE ZINCO, EM ppm, NAS FOLHAS DE TRÊS CULTI- VARES DE FEIJÃO EM EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGE- TAÇÃO .....	49
12	ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS DADOS OBTIDOS NO EXPERI- MENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO - RESIDUAL, PARA OS TRÊS CULTIVARES DE FEIJÃO .....	51
13	COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE Zn RESIDUAL INOR- GÂNICO, ALTURA DE PLANTAS AOS 45 DAE, ALTURA DE PLANTAS NA COLHEITA, NÚMERO DE VÁGENS/PLANTA, NÚMERO DE SEMENTES/VAGEM, PESO DE 100 SEMENTES, RENDIMENTO/PLANTA, Zn TOTAL, Zn DISPONÍVEL NO SO- LO E Zn NAS FOLHAS PARA O cv. 'FT 398' EM EXPE- RIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO RESIDUAL .....	53
14	COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE Zn RESIDUAL OR- GÂNICO, ALTURA DE PLANTAS AOS 45 DAE, ALTURA DE PLANTAS NA COLHEITA, NÚMERO DE VÁGENS/PLANTAS, NÚMERO DE SEMENTES/VÁGENS, PESO DE 100 SEMENTES,	



# TABELA

	RENDIMENTO/PLANTA, Zn TOTAL, Zn DISPONÍVEL NO SOLO E Zn NAS FOLHAS DO Cv. 'FT 398' EM EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO, RESIDUAL .....	55
15	COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE Zn RESIDUAL INORGÂNICO, ALTURA DE PLANTAS AOS 45 DAE, ALTURA DE PLANTAS NA COLHEITA, NÚMERO DE VAGENS/PLANTA, NÚMERO DE SEMENTES/VAGEM, PESO DE 100 SEMENTES, RENDIMENTO/PLANTA, Zn NO SOLO TOTAL, Zn NO SOLO DISPONÍVEL E Zn NAS FOLHAS PARA O cv. 'FT 120', EM EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO, RESIDUAL .....	56
16	COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE Zn RESIDUAL ORGÂNICO, ALTURA DE PLANTAS AOS 45 DAE, ALTURA DE PLANTAS NA COLHEITA, NÚMERO DE VAGENS/PLANTA, NÚMERO DE SEMENTES/VAGEM, PESO DE 100 SEMENTES, RENDIMENTO/PLANTA, Zn TOTAL, Zn DISPONÍVEL NO SOLO E Zn NAS FOLHAS DO cv. 'FT 120', EM EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO RESIDUAL .....	57
17	COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE Zn RESIDUAL INORGÂNICO, ALTURA DE PLANTAS AOS 45 DAE, ALTURA DE PLANTAS NA COLHEITA, NÚMERO DE VAGENS/PLANTA, NÚMERO DE SEMENTES/VAGEM, PESO DE 100 SEMENTES, RENDIMENTO/PLANTA, Zn TOTAL, Zn DISPONÍVEL NO SOLO E Zn NAS FOLHAS DO cv. 'IAPAR 20' EM EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO RESIDUAL .....	59

# TABELA

18	COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE Zn RESIDUAL ORGÂNICO, ALTURA DE PLANTAS AOS 45 DAE, ALTURA DE PLANTAS NA COLHEITA, NÚMERO DE VAGENS/PLANTA, NÚMERO DE SEMENTES/VAGEM, PESO DE 100 SEMENTES, RENDIMENTO/PLANTA, Zn TOTAL, Zn DISPONÍVEL NO SOLO DO cv. 'IAPAR 20' EM EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO RESIDUAL .....	61
19	EQUAÇÕES DE REGRESSÃO PARA RENDIMENTO POR PLANTA E COMPONENTES DO RENDIMENTO, PARA ZINCO FORNECIDO NAS FORMAS INORGÂNICA E ORGÂNICA, PARA OS TRÊS CULTIVARES DE FEIJÃO, EM EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO - RESIDUAL .....	66
20	TEOR DE ZINCO TOTAL NO SOLO, EM ppm, APÓS O PRIMEIRO EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO, COM OS TRÊS CULTIVARES, MÉDIA DE TRÊS REPETIÇÕES .....	68
21	TEOR DE ZINCO DISPONÍVEL NO SOLO, EM ppm, APÓS O PRIMEIRO EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO, COM OS TRÊS CULTIVARES DE FEIJÃO. MÉDIA DE TRÊS REPETIÇÕES .....	69
22	TEOR DE ZINCO, Em ppm, NAS FOLHAS DE TRÊS CULTIVARES DE FEIJÃO, NO EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO - RESIDUAL, MÉDIA DE TRÊS REPETIÇÕES .....	73
23	TEORES MÉDIOS DE ZINCO, EM ppm, NAS SEMENTES DOS TRÊS CULTIVARES DE FEIJÃO, UTILIZADAS NOS EXPERIMENTOS EM CASA-DE-VEGETAÇÃO .....	81

# TABELA

24	ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS DADOS OBTIDOS NO EXPERIMENTO DE CAMPO, PARA OS TRÊS CULTIVARES DE FEIJÃO .....	85
25	COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE NÍVEIS DE ZINCO INORGÂNICO, ALTURA DE PLANTAS AOS 45 DAE, ALTURA DE PLANTAS NA COLHEITA, NÚMERO DE VAGENS/PLANTA, NÚMERO DE SEMENTES/VAGEM, PESO DE 100 SEMENTES, RENDIMENTO/PLANTA, RENDIMENTO/PARCELA, POPULAÇÃO INICIAL (P.I.), POPULAÇÃO FINAL (P.F.) E Zn NAS FOLHAS DO cv. 'FT 398' EM CONDIÇÕES DE CAMPO ....	86
26	COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE NÍVEIS DE ZINCO ORGÂNICO, ALTURA DE PLANTAS AOS 45 DAE, ALTURA DE PLANTAS NA COLHEITA, NÚMERO DE VAGENS/PLANTA, NÚMERO DE SEMENTES/VAGEM, PESO DE 100 SEMENTES, RENDIMENTO/PLANTA, RENDIMENTO/PARCELA, POPULAÇÃO INICIAL (P.I.), POPULAÇÃO FINAL (P.F.) E Zn NAS FOLHAS DO cv. 'FT 398' EM CONDIÇÕES DE CAMPO ....	88
27	COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE NÍVEIS DE ZINCO INORGÂNICO, ALTURA DE PLANTAS AOS 45 DAE, ALTURA DE PLANTAS NA COLHEITA, NÚMERO DE VAGENS/PLANTA, NÚMERO DE SEMENTES/VAGEM, PESO DE 100 SEMENTES, RENDIMENTO/PLANTA, RENDIMENTO/PARCELA, POPULAÇÃO INICIAL (P.I.), POPULAÇÃO FINAL (P.F.) E TEOR DE Zn NAS FOLHAS DO cv. 'FT 120', NO CAMPO .....	90

# TABELA

28	COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE NÍVEIS DE ZINCO ORGÂNICO, ALTURA DE PLANTAS AOS 45 DAE, ALTURA DE PLANTAS NA COLHEITA, NÚMERO DE VAGENS/PLANTA, NÚMERO DE SEMENTES/VAGEM, PESO DE 100 SEMENTES, RENDIMENTO/PLANTA, RENDIMENTO/PARCELA, POPULAÇÃO INICIAL (P.I.), POPULAÇÃO FINAL (P.F.) E TEOR DE Zn NAS FOLHAS DO cv. 'FT 120' , NO CAMPO .....	91
29	COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE NÍVEIS DE ZINCO INORGÂNICO, ALTURA DE PLANTAS AOS 45 DAE, ALTURA DE PLANTAS NA COLHEITA, NÚMERO DE VAGENS/PLANTA, NÚMERO DE SEMENTES/VAGEM, PESO DE 100 SEMENTES, RENDIMENTO/PLANTA, RENDIMENTO/PARCELA, POPULAÇÃO INICIAL (P.I.), POPULAÇÃO FINAL (P.F.) E TEOR DE Zn NAS FOLHAS DO cv. 'IAPAR 20', NO CAMPO .....	93
30	COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE NÍVEIS DE ZINCO ORGÂNICO, ALTURA DE PLANTAS AOS 45 DAE, ALTURA DE PLANTAS NA COLHEITA, NÚMERO DE VAGENS/PLANTA, NÚMERO DE SEMENTES/VAGEM, PESO DE 100 SEMENTES, RENDIMENTO/PLANTA, RENDIMENTO/PARCELA, POPULAÇÃO INICIAL (P.I.), POPULAÇÃO FINAL (P.F.) E TEOR DE Zn NAS FOLHAS DO cv. 'IAPAR 20', NO CAMPO .....	94
31	EFEITOS DAS FORMAS DE ZINCO SOBRE AS POPULAÇÕES INICIAIS (PLANTAS/4 m <sup>2</sup> ) DOS TRÊS CULTIVARES DE FEIJÃO, NO CAMPO, MÉDIA DE QUATRO REPETIÇÕES ....	96

# TABELA

32	EFEITOS DAS FORMAS DE ZINCO SOBRE AS POPULAÇÕES FINAIS (PLANTAS/4 m <sup>2</sup> ) DOS TRÊS CULTIVARES DE FEIJÃO, NO CAMPO, MÉDIA DE QUATRO REPETIÇÕES.....	97
33	EFEITOS DAS FORMAS DE ZINCO SOBRE A ALTURA DE PLANTAS AOS 45 DAE (cm) PARA OS TRÊS CULTIVA- RES DE FEIJÃO, NO CAMPO, MÉDIA DE QUATRO REPETI- ÇÕES .....	99
34	EFEITOS DAS FORMAS DE ZINCO SOBRE A ALTURA DE PLANTAS NA COLHEITA (cm), PARA OS TRÊS CULTI- VARES DE FEIJÃO, NO CAMPO, MÉDIA DE QUATRO RE- PETIÇÕES .....	100
35	EFEITOS DAS FORMAS DE ZINCO SOBRE O NÚMERO DE VAGENS POR PLANTA DOS CULTIVARES DE FEIJÃO, NO CAMPO, MÉDIA DE QUATRO REPETIÇÕES .....	101
36	EFEITOS DAS FORMAS DE ZINCO SOBRE O PESO DE 100 SEMENTES (g), DOS TRÊS CULTIVARES DE FEIJÃO, NO EXPERIMENTO DE CAMPO, MÉDIA DE QUATRO REPETIÇÕES..	103
37	EFEITOS DAS FORMAS DE ZINCO SOBRE O RENDIMENTO (g) POR PLANTA DOS TRÊS CULTIVARES DE FEIJÃO, EM CONDIÇÕES DE CAMPO, MÉDIA DE QUATRO REPETIÇÕES.	104
38	EQUAÇÕES DE REGRESSÃO PARA O RENDIMENTO POR PLAN- TA E COMPONENTES DO RENDIMENTO PARA ZINCO NAS FORMAS INORGÂNICA E ORGÂNICA, PARA OS TRÊS CUL- TIVARES DE FEIJÃO, NO CAMPO .....	105

TABELA

39	TEOR DE ZINCO, EM ppm, NAS FOLHAS DE TRÊS CULTI- VARES DE FEIJÃO, NO CAMPO, MÉDIA DE QUATRO REPE- TIÇÕES .....	109
----	--	-----

## RESUMO

Foram feitos experimentos em casa-de-vegetação e no campo para verificar a resposta de três cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) a formas e níveis de zinco, utilizando-se um Cambissolo de textura argilosa, sedimentos pleistocênicos, com 0,5 ppm de Zn disponível. Foi feita adubação básica com 40 kg de N/ha, 90 kg de  $P_2O_5$ /ha e 30 kg de  $K_2O$ /ha, nas formas de uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com três repetições, para os experimentos em casa-de-vegetação e de blocos ao acaso com quatro repetições no campo. Os tratamentos foram a combinação de duas formas com quatro níveis de zinco. Os níveis da forma inorgânica foram os equivalentes a 0, 3, 6 e 9 kg de Zn/ha fornecidos como sulfato de zinco, colocados no solo, e os da orgânica foram 0, 20, 30 e 40 g de Zn/ha como MIQL 2711/87, em tratamento de sementes. Foi avaliada a influência das formas e dos níveis sobre o teor de zinco nas folhas e sobre o rendimento de três cultivares de feijão em experimentos em casa-de-vegetação e no campo, e determinados os teores de zinco total e disponível no solo e seu efeito residual em casa-de-vegetação. Verificou-se que os cvs. 'FT 398' e 'FT 120' responderam a adubação com zinco, nos experimentos em casa-de-vegetação, sendo que os maiores incrementos no rendimento por planta foram identificados na forma orgânica com 30 g de Zn/ha no primeiro experimento em casa-de-vegetação e com 40 g de Zn/ha no residual. No campo a forma inorgânica foi melhor para o cv. 'FT 120'. Os níveis de zinco na forma inorgânica influenciaram os teores de zinco total e disponível e o teor de zinco disponível correlacionou-se com o teor deste micronutriente nas folhas dos feijoeiros. Os teores encontrados nas folhas podem ser considerados normais e os cultivares mostraram variabilidade genética quanto a resposta ao zinco.

## 1 INTRODUÇÃO

O feijão é um dos alimentos preferidos pela maioria dos brasileiros sendo básico em sua dieta. Seu consumo constitui um dos hábitos alimentares mais arraigados e permanece inalterado através dos tempos, tanto na população urbana quanto na rural (MAFFIA & AMARAL<sup>51</sup>; MEDINA<sup>58</sup>).

Nutricionalmente, a contribuição do feijão para a dieta do brasileiro é das mais importantes, não só pelo aspecto energético, mas principalmente pelo protéico, em particular, para a população de baixa renda (MAFFIA & AMARAL<sup>51</sup>).

Os principais países produtores de feijão são China, Índia e Brasil, sendo os responsáveis por mais da metade do total de feijão mundialmente produzido. O Brasil encontra-se em destaque pois é o terceiro produtor mundial, porém, com rendimento inferior a média mundial (MOURA<sup>72</sup>).

O Estado do Paraná ocupa o primeiro lugar na produção brasileira de feijão, seguido de São Paulo, Minas Gerais e Santa Catarina. Estes Estados, em 1987, colheram 40,8% da área total cultivada com feijão, produzindo 58,6% do total nacional (ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL<sup>4</sup>, MOURA<sup>72</sup>). O Estado do Paraná representa 14,4% da área total cultivada com feijão, produzindo 19,5% do total nacional e com rendimento médio de 519 kg/ha, enquanto que, a média brasileira é de 384 kg/ha (ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL<sup>4</sup>).



O feijoeiro é uma cultura exigente em condições físicas e químicas do solo (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA<sup>24</sup>), pois em condições adequadas, a produtividade pode chegar a mais de 2.000 kg/ha (ALBERINI<sup>1</sup>; POMPEU<sup>85</sup>; VIEIRA<sup>106</sup>; VIEIRA et alii<sup>107</sup>).

Para aumentar a produtividade da cultura do feijão, entre outros fatores, é necessário o uso de adubação, entretanto, não só os macronutrientes são essenciais, mas também os micronutrientes, pois pode ocorrer limitação na produção tanto pela falta de um quanto de outro (JUNQUEIRA NETO & ABREU<sup>41</sup>).

Nos solos brasileiros, de modo geral, há deficiência de micronutrientes, diminuindo a produção, sem entretanto a planta exibir o sintoma de deficiência típico de desnutrição causada pela falta do respectivo micronutriente, ou seja, é a "fome escondida" (JUNQUEIRA NETO & ABREU<sup>41</sup>; LOPES<sup>47</sup>; MALAVOLTA & KLIE-MANN<sup>56</sup>).

O zinco é tido como um dos principais micronutrientes deficientes no solo, devido principalmente, ao material de origem possuir baixos níveis desse elemento, via de regra, agravado pela alta necessidade de calagem e adubação fosfatada do solo, e mais, os solos sob vegetação de "cerrado" apresentam problemas de deficiência de zinco para grande número de espécies vegetais (FUNDAÇÃO CARGILL<sup>31</sup>; GALRÃO & MESQUITA F<sup>32</sup>; GOEPFERT & KUSSOW<sup>33</sup>; LOPES<sup>47</sup>; MALAVOLTA<sup>53</sup>; MALAVOLTA & KLIEMANN<sup>56</sup>; SILVA & ANDRADE<sup>96</sup>).

Muitas pesquisas tem sido desenvolvidas com micronutrientes mostrando a importância destes nas características agrônomicas das culturas, no entanto, há necessidade de se conhecer como as diferentes formas e níveis de zinco influenciam no rendimento do feijão.

O presente trabalho tem por objetivos:

- a) avaliar a influência de quatro níveis de zinco, na forma inorgânica e orgânica, sobre o rendimento de três cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em casa-de-vegetação e no campo;
- b) determinar o teor de zinco no solo e seu efeito residual, em casa-de-vegetação;
- c) determinar o teor de zinco nas folhas dos três cultivares de feijão em casa-de-vegetação e no campo.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 CULTURA DO FEIJÃO

O feijoeiro é cultivado praticamente em todo o território brasileiro e caracteriza-se por ser uma cultura de subsistência onde predomina a baixa produtividade (MEDINA<sup>58</sup>; MOURA<sup>72</sup>).

Os problemas com a cultura são grandes, principalmente devido às doenças, às condições climáticas adversas, ao armazenamento, às disfunções no sistema de mercado e à prática de adubação (JUNQUEIRA NETO & ABREU<sup>41</sup>; VIEIRA<sup>106</sup>).

Sabe-se que, para o perfeito desenvolvimento e reprodução das plantas alguns elementos químicos são essenciais, sendo uns exigidos em grandes quantidades e outros em pequenas (HODGSON<sup>36</sup>; MENGEL & KIRKBY<sup>62</sup>). A cultura do feijão é considerada exigente em condições físicas e químicas do solo (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA<sup>24</sup>).

Há diferenças entre os cultivares na eficiência de absorção e utilização dos nutrientes do solo ou fornecidos por meio de fertilizações (MALAVOLTA<sup>54</sup>). Desse modo, com o melhoramento genético é possível a obtenção de plantas tolerantes às condições adversas do solo, podendo melhorar a produção de alimentos e possibilitar a exploração de áreas marginais com problemas de deficiência ou toxidez de certos elementos (FAGERIA & KLUTHCOUSKI<sup>25</sup>). Esta situação caracteriza a região do cerrado brasileiro, que é fronteira agrícola para a cultura do fei

jão. E, sobretudo, o feijoeiro é considerado planta pouco eficiente na absorção de zinco (MALAVOLTA<sup>52</sup>).

Com relação às condições climáticas a cultura é sensível a variações bruscas de temperatura. A temperatura média ideal é de 18 a 24°C e a temperatura mínima para algumas fases de desenvolvimento é de 8 a 10°C na germinação, 15°C na floração e 18°C na maturação. A precipitação pluviométrica ideal é de 100 mm/mês bem distribuídos, sendo necessários 300 mm/ciclo (MEDINA<sup>58</sup>; VIEIRA<sup>106</sup>).

Normalmente há duas safras por ano, ou seja, safra das "águas" e safra da "seca", com possibilidade de uma terceira safra, no outono-inverno, que só deve ser feita em áreas onde o inverno não é muito rigoroso e com o auxílio de irrigação, todavia, apresenta muitas vantagens, tais como, alto rendimento, sementes de alta qualidade e uso mais eficiente da terra (CHAGAS<sup>18</sup>; CHAGAS et alii<sup>19</sup>).

## 2.2 ZINCO NO SOLO

### 2.2.1 Ocorrência, Conteúdo e Distribuição nos Solos

O zinco entra na constituição de vários minerais e em outros aparece como acessório. Nos ferromagnesianos, por exemplo, é encontrado como acessório, e nos sulfetos, carbonatos e silicatos é encontrado como essencial. Pode ser encontrado também na matéria orgânica com a qual forma quelatos (FASSBENDER<sup>27</sup>; SOUZA & FERREIRA<sup>97</sup>).

A crosta terrestre contém 80 ppm de zinco sendo identificados nos solos o teor total entre 10 a 300 ppm, aceitando-se

como valor típico 50 ppm (BOHN et alii<sup>10</sup>; FASSBENDER<sup>27</sup>; LINDSAY<sup>45</sup>). Os solos derivados de rochas básicas são ricos em zinco, já os derivados de rochas silicosas ou arenitos são pobres (SANTOS Fº<sup>93</sup>; VALADARES & CATANI<sup>105</sup>). O teor de zinco total nos solos do Paraná varia de 18 a 250 ppm, sendo os valores encontrados em Cambissolo equivalente a 60 ppm (SANTOS Fº<sup>93</sup>). VALADARES & CATANI<sup>105</sup>, encontraram para solos de São Paulo valores entre 1 e 315 ppm. No município de Piracicaba foram encontrados valores entre 10 e 300 ppm de zinco total (BRASIL SOBRINHO et alii<sup>11</sup>), enquanto que, para solos sob vegetação de "cerrado" LOPES<sup>46</sup>, encontrou valores variando de 7,6 a 209,7 ppm, e HOROWITZ & DANTAS<sup>38</sup>, encontraram valores de 19 a 189 ppm de zinco em solos da Zona Litoral-Mata de Pernambuco.

MURAOKA<sup>73</sup>, determinou o teor de zinco total, em oito solos, obtendo desde 18 ppm no Podzólico Vermelho Amarelo até 230 ppm no Latossolo Roxo.

Verifica-se que o teor de zinco dos solos varia grandemente e está ligado ao material de origem e ao grau de intemperismo do solo (SANTOS Fº<sup>93</sup>; VALADARES & CATANI<sup>105</sup>).

O zinco encontra-se na camada arável dos solos, em teor de 220 kg/ha, sendo apenas 0,01% solúvel (FUNDAÇÃO CARGILL<sup>31</sup>). Seu teor na forma trocável varia de 0,01 a 1 ppm (LINDSAY<sup>44</sup>; MELLO et alii<sup>61</sup>) e sabe-se que cerca de 75% do zinco da solução do solo está na forma de complexos orgânicos (STEVENSON & ARDAKANI<sup>100</sup>), complexos estes que tem baixa concentração, da ordem de  $10^{-8}$  a  $10^{-6}$  M (MALAVOLTA<sup>52</sup>).

Existem poucas informações sobre o zinco solúvel ou disponível nos solos, o que não permite a calibração e a avaliação do grau de respostas a fertilizantes contendo zinco e

níveis do micronutriente nos solos (LOPES<sup>47</sup>; SOUZA & FERREIRA<sup>97</sup>). Desse modo pode-se dizer que há grande dependência do tipo de extrator utilizado para determinar o teor de zinco solúvel nos solos, o qual sempre deverá ser citado (SOUZA & FERREIRA<sup>97</sup>).

COX & KAMPRATH<sup>20</sup> demonstraram que os níveis críticos de zinco no solo estão diretamente relacionados com o extrator e tipo de cultura. Usando HCl 0,1N encontraram valores entre 1 a 7,5 ppm de zinco como nível crítico para milho (Zea mays L.).

O nível crítico de zinco disponível no solo pelo método do Carolina do Norte (Mehlich) é de 1 ppm (GALRÃO & MESQUITA F<sup>32</sup>; LOPES<sup>47</sup>; LOPES & COX<sup>48</sup>), entretanto, para a cultura do feijão o nível crítico, com este método, foi de 0,8 ppm (FLOR<sup>29</sup>).

A comparação entre os métodos de análise de zinco é de grande importância, porém, a escolha do método depende da correlação com a resposta da planta, equipamento e facilidades disponíveis, e a rotina de análises do laboratório (BROWN et alii<sup>13</sup>). Estes autores compararam a extração de zinco pelos métodos DTPA, ditizona, HCl 0,1N e Na<sub>2</sub>EDTA obtendo alta correlação entre os métodos, para 92 solos da Califórnia, cultivados em casa-de-vegetação, com milho.

Em solos da Índia foram determinados os teores de zinco total e disponível por NAIR & MEHTA<sup>75</sup>, encontrando valores que variaram de 20 a 90 ppm, para zinco total, e de 0,50 a 6,05 ppm para zinco disponível. Observaram também que as correlações de zinco disponível com a matéria orgânica e com o zinco total eram positivas, com o pH era negativa e com a argila e CaCO<sub>3</sub> não foram significativas.

Para solos do município de Piracicaba, BRASIL SOBRINHO et alii<sup>11</sup>, usando acetato de amônio + ditizona, encontraram valores de zinco disponível de 0,2 a 2,5 ppm e verificaram correlação significativa entre zinco disponível e a relação Zn disponível/Zn total ( $r=0,50$ ), isto significa que, quanto maior for a relação entre as duas formas de zinco maior será a capacidade de fornecimento deste nutriente.

Em seis solos do Estado do Paraná MACHADO & PAVAN<sup>50</sup>, obtiveram teores de zinco solúvel em HCl 0,1 N variando desde 0,08 ppm no Latossolo Vermelho Escuro distrófico até 0,52 ppm na Terra Bruna Estruturada.

Com o objetivo de testar quatro extratores químicos na avaliação de zinco disponível para o trigo, LANTMANN & MEURER<sup>43</sup>, utilizaram dez solos do Estado do Rio Grande do Sul, verificando que, na ausência ou presença de calcário as correlações foram altamente significativas entre Zn na planta e Zn no solo com os extratores: EDTA, HCl 0,1 N, Mehlich e  $MgCl_2$ , comprovando a eficiência dos métodos na avaliação da disponibilidade de zinco para a planta.

Para avaliar a disponibilidade de zinco do solo para o feijoeiro MURAOKA et alii<sup>74</sup>, testaram diversos extratores com vários tempos de agitação e encontraram que os extratores DTPA modificado e EDTA +  $CaCl_2$  destacaram-se tanto para avaliar a disponibilidade de zinco para o feijoeiro quanto para destacar o comportamento do zinco nos solos com e sem calagem.

Segundo SHUMAN<sup>95</sup>, em solos da região sudoeste dos Estados Unidos da América a distribuição do zinco total está relacionada pela ordem às argilas, aos óxidos de ferro, a areia, ao silte e a matéria orgânica.

O zinco total variou pouco entre os horizontes de um mesmo perfil de solos do município de Piracicaba, enquanto que o teor de zinco disponível diminuiu com o aumento da profundidade, embora existam exceções (BRASIL SOBRINHO et alii<sup>11</sup>).

Em solos da zona cacauzeira do Estado da Bahia, LOPES<sup>46</sup>, encontrou teores de zinco disponível em HCl 0,1 N, que variaram de 1,0 a 44,5 ppm (horizonte A<sub>1</sub>) e de 0,6 a 4,3 ppm (B<sub>2</sub>). Identificando-se que o zinco aparece mais concentrado na superfície do solo que em horizontes mais profundos.

#### 2.2.2 Fatores que Influenciam a Disponibilidade de Zinco no Solo

O conhecimento dos fatores que influenciam a disponibilidade de zinco, bem como as condições de solo e clima mais propensas ao aparecimento de deficiências ou toxidez, são indispensáveis como instrumentos para aumentar a eficiência do uso dos fertilizantes (DECHEN<sup>22</sup>).

A adsorção e a atividade de microrganismos são fatores importantes no controle do teor de micronutrientes na solução do solo, mas a fase mineral é o agente controlador fundamental da quantidade dos elementos na solução do solo (LINDSAY<sup>44</sup>).

Em resumo, os principais fatores que influenciam a disponibilidade de zinco são: (a) pH - maior disponibilidade na faixa de pH 5,0 a 6,0 (a elevação de uma unidade de pH provoca diminuição de 100 vezes na concentração do Zn na solução do solo) (LINDSAY<sup>44</sup>); (b) Adubação - alguns solos quando recebem doses de corretivos para elevar o pH acima de 6,0 podem desenvolver sérias deficiências em relação ao zinco, princi -



palmente, se forem arenosos; (c) Matéria Orgânica - grandes quantidades de zinco podem ser adsorvidas pela fração orgânica do solo induzindo à deficiências (FLORES et alii<sup>30</sup>); (d) Sistematização - a retirada da camada superficial do solo para irrigação por inundação pode induzir a deficiências; (e) Condições Climáticas - baixas temperaturas associadas ao excesso de umidade podem agravar os sintomas de deficiência; (f) Material de Origem - o zinco é fortemente adsorvido pelos colóides do solo, o que ajuda a diminuir as perdas por lixiviação aumentando o efeito residual, entretanto, solos arenosos, com baixa CTC e sujeitos a chuvas pesadas, podem apresentar problemas de deficiência; (g) Cultura - a extração pelas culturas pode diminuir a disponibilidade; estando de acordo com vários autores (BATAGLIA<sup>6</sup>; DECHEN<sup>21</sup>; LOPES<sup>47</sup>; MALAVOLTA<sup>53</sup>; MELLO et alii<sup>61</sup>).

## 2.3 ZINCO NA PLANTA

### 2.3.1 Absorção, Transporte e Redistribuição

A forma de zinco predominantemente absorvida é a forma  $Zn^{++}$  podendo ser também absorvido na forma de Zn-quelato (DECHEN<sup>22</sup>). Na literatura não há consenso se a absorção de zinco ocorre de forma ativa ou passiva, porém, aceita-se que a absorção radicular seja ativa (MALAVOLTA<sup>53</sup>; MENGEL & KIRKBY<sup>62</sup>).

O transporte a longa distância dos micronutrientes é feito principalmente pelo xilema na forma de compostos orgânicos (DECHEN<sup>22</sup>).

O zinco é considerado elemento pouco móvel (DECHEN<sup>22</sup>; FLOR<sup>29</sup>; MALAVOLTA<sup>52</sup>; ROMERO<sup>90</sup>), e sua redistribuição é feita principalmente pelo floema se acumulando nas raízes especialmente quando o suprimento é alto.

### 2.3.2 Funções

O zinco tem papel importante nos processos metabólicos das plantas como componente de várias enzimas tais como: desidrogenase, proteinase, aldolase, sintetase do triptofano e outras (DECHEN<sup>21</sup>; MALAVOLTA et alii<sup>55</sup>).

A função básica do zinco está relacionada com o metabolismo de carboidratos e de proteínas; com a formação de auxinas, RNA e ribossomas; e tem influência na permeabilidade de membranas estando envolvido na formação do amido e na fertilidade do grão de pólen (DECHEN<sup>21</sup>; LINDSAY<sup>45</sup>; MALAVOLTA et alii<sup>55</sup>; ROMERO<sup>90</sup>).

### 2.3.3 Sintomas de Deficiência

A deficiência de micronutrientes, seja pela "fome escondida", seja por sintomas visíveis de anormalidade, se manifesta quando a reserva do solo é insuficiente ou tem diminuída a disponibilidade (MALAVOLTA et alii<sup>55</sup>). Os sintomas de deficiência de zinco em feijoeiros aparece, em geral, nos tecidos mais jovens (segunda ou terceira folha madura) devido a pouca mobilidade do zinco. Os sintomas característicos da deficiência são: pouco crescimento, folhas pequenas, e clorose geral na superfície adaxial das folhas, internódios curtos, redução

no rendimento devido a escassa formação de vagens e atraso na maturação (GUEDES<sup>35</sup>; MALAVOLTA<sup>52</sup>; ROMERO<sup>90</sup>; WILCOX & FAGERIA<sup>112</sup>).

#### 2.3.4 Níveis Críticos

Existem algumas variações quanto a definição do nível crítico de zinco em feijoeiros. Para TRANI et alii<sup>101</sup>, este valor é de 30 ppm, e para FLOR<sup>29</sup>, de 15 a 20 ppm.

Em ensaios feitos em casa-de-vegetação e no campo foram estudados níveis de zinco em diversos solos de Michigan, sendo encontrados os maiores rendimentos de feijão quando o teor de zinco nas folhas foi de 25 a 34 ppm. Observou-se, também que os rendimentos diminuíram quando o teor foi maior que 50 ppm, indicando toxidez (MELTON<sup>59</sup>), entretanto, para HOWELER<sup>39</sup>, o nível crítico está em torno de 15 a 20 ppm, o normal entre 42 e 50 ppm e valores maiores que 120 a 140 ppm podem ser depressivos. Para WILCOX & FAGERIA<sup>112</sup>, a deficiência se revela com teores menores que 15 ppm, entre 20 e 100 ppm está a faixa adequada e o tóxico acima de 200 ppm de zinco, demonstrando grande amplitude de variação para os teores.

#### 2.3.5 Interações

As interações entre os micronutrientes, bem como, destes com os macronutrientes, podem ocorrer tanto no solo quanto dentro da planta.

O fenômeno da interação de zinco com fósforo e cálcio é bastante conhecido, embora o mecanismo desta interação não seja bem definido. A interação entre P-Zn segundo OLSEN<sup>82</sup>,

tem quatro possíveis causas para o fenômeno:

- interação entre fósforo e zinco no solo;
- diminuição na taxa de translocação de zinco nas raízes para a parte aérea das plantas;
- simples efeito de diluição da concentração de zinco na parte aérea como resultado da resposta de crescimento das plantas ao fósforo;
- distúrbio metabólico nas células da planta, provocado pelo desbalanço entre fósforo e zinco ou pela interferência da concentração excessiva de fósforo na função metabólica do zinco.

A interação entre Zn-calcário parece estar relacionada com o aumento do pH que ocorre pela aplicação do calcário, causando a diminuição da disponibilidade de zinco para as plantas ou a adsorção do íon na superfície de carbonatos de cálcio e magnésio (BARBOSA F<sup>5</sup>).

A aplicação de fertilizantes fosfatados favorece o desenvolvimento da planta mas pode induzir à deficiência de zinco, desse modo, a absorção excessiva de zinco pode alterar a função metabólica do ferro e a planta pode sofrer clorose. Por outro lado, a deficiência de zinco pode ser agravada com a aplicação de nitrogênio, em geral, adubações com P, Fe, N e Ca agravam a deficiência de zinco (AMBLER & BROWN<sup>3</sup>; OLSEN<sup>82</sup>; WATANABE et alii<sup>111</sup>).

O efeito depressivo causado pela interação P-Zn na planta pode ser menor em função da maior saturação em potássio do solo, isto é, o potássio elimina o efeito depressivo causado pelo aumento no teor de fósforo (WARD et alii<sup>110</sup>).

A interação Zn-Fe ocorre com os agentes quelantes do

solo pela competição. A interação Zn-Cu é um problema fisiológico e Zn-N, deve ser pelo decréscimo no pH e pelo crescimento das plantas (raízes e parte aérea), proporcionado pelo nitrogênio (OLSEN<sup>82</sup>).

A interação Zn-Fe provavelmente ocorre devido à formação de franklinita ( $\text{ZnFe}_2\text{O}_4$ ), diminuindo a disponibilidade do zinco e do ferro. (KABATA PENDIAS & PENDIAS, 1984 citado por SOUZA & FERREIRA<sup>97</sup>).

Cultivando plantas de feijão, em solução nutritiva com pH 7,2, observou-se aumento do teor de fósforo na solução, diminuindo a concentração de zinco, manganês e cobre nas folhas, talos e raízes, porém, com pH 4,2, aumentaram os teores de fósforo, zinco, manganês e cobre (WALLACE et alii<sup>109</sup>).

A disponibilidade de zinco aumentou com a elevação da disponibilidade de cobre (FLORES et alii<sup>30</sup>).

A medida que aumentou a concentração de zinco aumentou a concentração de cobre e de ferro nas raízes, porém, diminuiu nas folhas do feijão. Possivelmente o zinco prejudicou a translocação do cobre e do ferro, e estes dois elementos interferiram na absorção de zinco (POLSON & ADAMS<sup>84</sup>).

## 2.4 MODO DE APLICAÇÃO E FONTES DE ZINCO MAIS UTILIZADAS

A adubação tem por objetivo aumentar a concentração dos nutrientes essenciais na solução do solo, sempre que as reações de transferência da fase sólida apresentarem velocidade limitante (MALAVOLTA<sup>54</sup>).

A viabilidade dos vários métodos de aplicação de zin-

co depende das quantidades utilizadas, da fonte, da cultura e do tipo de solo. As aplicações a lanço são geralmente feitas quando se usam quantidades mais ou menos grandes ( 5 a 10 kg de Zn/ha) e se pretende o efeito residual. As doses pequenas podem ser aplicadas em sulco de plantio, em mistura com outros adubos e/ou, em tratamento de sementes. Também, podem ser feitas aplicações foliares (MALAVOLTA<sup>52</sup>).

A absorção pelas culturas é inferior a 0,5 kg de Zn/ha/ano (MENGEL & KIRKBY<sup>62</sup>).

As fontes inorgânicas de zinco são: sulfato de zinco, óxido de zinco, carbonato de zinco, sulfeto de zinco e fosfato de zinco. As formas orgânicas são os quelatos sintéticos ( $\text{Na}_2\text{ZnEDTA}$ ,  $\text{NaZnNTA}$ ,  $\text{NaZnHEDTA}$ ) e os quelatos naturais (poli-flavonóides e lignossulfonato) (MALAVOLTA<sup>52</sup>).

Existe ainda zinco na forma de silicatos complexos como fritas, além de outros produtos que o contêm como impureza. O sulfato de zinco é a fonte mais empregada nas pesquisas (LOPES<sup>46</sup>; MALAVOLTA<sup>53</sup>).

## 2.5 RESULTADOS DA APLICAÇÃO DE ZINCO MISTURADO OU NÃO NA CULTURA DO FEIJÃO

Foram realizados vários experimentos com feijão em solução nutritiva e solo para verificar o efeito das interações com P, Fe e calagem, verificando-se que estes podem induzir à deficiências de zinco (AMBLER & BROWN<sup>3</sup>; MELTON et alii<sup>60</sup>; POLSON & ADAMS<sup>84</sup>; WATANABE et alii<sup>111</sup>). A evidência dos efeitos antagônicos de P e Fe em Zn foram maiores em plantas de milho não apresentando efeitos em plantas de feijão (WATANABE et

alii<sup>111</sup>). As diferenças varietais são importantes na manifestação dos sintomas de deficiência de zinco (AMBLER & BROWN<sup>3</sup>; BROUWER et alii<sup>12</sup>; POLSON & ADAMS<sup>84</sup>).

Os sintomas de deficiência de zinco foram observados por WILCOX & FAGERIA<sup>112</sup>, cultivando plantas de feijão em solução nutritiva e por GUEDES<sup>35</sup>, no solo, em condições de casa-de-vegetação.

A aplicação foliar de zinco (100 l/ha da solução a 1% de sulfato hidratado de zinco) em cinco cultivares de feijão aumentou significativamente o teor de zinco nas sementes destas plantas e permitiu encontrar correlação negativa entre produção e deficiência de zinco ( $r=-0,71^{**}$ ). Três cultivares aumentaram significativamente a produção com a redução da deficiência, enquanto dois não mostraram aumentos significativos (BROUWER et alii<sup>12</sup>).

Estudos realizados por NOGUEIRA et alii<sup>78</sup>, com feijão de corda cv. 'Pitiúba' em solução nutritiva, com o propósito de verificar o efeito da deficiência de macro e micronutrientes, e a toxidez por Al e Mn, não permitiram observar qualquer sintoma visual da deficiência de zinco até a fase de floração, porém, as plantas iniciaram o processo de senescência precocemente. Esses autores acreditam que o teor de zinco das sementes supriu as necessidades da planta.

Para determinar o nível crítico de zinco no tecido de feijoeiros foram realizados experimentos em casa-de-vegetação, com solução nutritiva e com solo, sendo encontrados, valores que variaram entre 15 e 30 ppm (HOWELER<sup>39</sup>; MELTON<sup>59</sup>; TRANI et alii<sup>101</sup>; WILCOX & FAGERIA<sup>112</sup>).

Estudando a combinação de épocas de aplicação e doses

de zinco foliar JUNQUEIRA NETO & MENDES<sup>42</sup>, encontraram resultados positivos no número de vagens por planta e na produção, sendo a melhor combinação o uso de zinco na concentração de 0,6% aplicado aos 30 dias de idade.

A absorção, o acúmulo e a translocação dos micronutrientes B, Cu, Mn e Zn, em feijão cv. 'Rico 23', em diferentes épocas e densidades de plantio, foram observados por BATISTA et alii<sup>8</sup>, verificando que as plantas de feijão apresentaram intenso gradiente de concentração na absorção e translocação de zinco nos primeiros 40 dias. A remoção de nutrientes do solo por várias partes da planta de feijão foi estimado por QUERSQUI<sup>86</sup>, encontrando zinco em maior quantidade nos grãos e talos, entretanto, SUHET & NEPTUNE<sup>98</sup>, em experimento realizado em casa-de-vegetação com <sup>65</sup>Zn e <sup>59</sup>Fe verificaram que quando o zinco foi aplicado isoladamente aumentou a sua concentração e a do nitrogênio na parte aérea e nas raízes, e a adição conjunta de zinco e ferro aumentou a concentração de ferro na parte aérea.

Usando adubos concentrados encontraram-se efeitos positivos na produção de feijão ao adicionar NPK, enxofre e uma mistura de micronutrientes (Zn, B, Cu e Mo), tanto na adubação básica quanto na residual, apesar de alguns casos não serem estatisticamente significativos (MIYASAKA & MASCARENHAS<sup>69</sup>; MIYASAKA et alii<sup>64-8; 70-1</sup>).

Para estudar os micronutrientes na forma de fritas, BUZETTI & SÁ<sup>15</sup>, aplicaram doses crescentes de FTE BR 9 na cultura do feijoeiro, cv. 'Carioca', em Latossolo Vermelho Escuro sob vegetação de "cerrado", no ano agrícola 1979/80, no período das secas, e verificaram que a adição de FTE apresentou



acrêscimo na produção, sendo que, 80 kg/ha de FTE BR 9 parece ser a dose ideal para o cultivar neste solo.

A utilização de matéria orgânica e de micronutrientes (FTE BR 9) na cultura do feijão, cv. 'Carioca' não levou a aumento da produção a curto prazo (BUZETTI et alii<sup>16</sup>).

O efeito dos micronutrientes na cultura do feijão, cv. 'Carioca' foi estudado por BUZETTI et alii<sup>17</sup>, em Latossolo Vermelho Escuro, textura argilosa, fase cerrado, e verificaram que a produtividade foi incrementada em 299 kg de grãos/ha com a adição de zinco na forma de sulfato, juntamente com sulfato de cobalto, ocorrendo a mesma tendência quando foi usado somente o sulfato de zinco. Verificaram também, que os tratamentos não influenciaram o número de grãos por vagem e o zinco não afetou o número de vagens por planta.

Com a finalidade de testar vários nutrientes essenciais para a cultura do feijão OLIVEIRA et alii<sup>79</sup>, aplicaram macro e micronutrientes em doses recomendadas por dois anos. Os resultados mostram que o zinco foi o nutriente que mais influenciou a produção, depois do fósforo.

Com o objetivo de otimizar a produtividade do feijoeiro URQUIAGA CABALLERO et alii<sup>104</sup>, verificaram que a adubação NPK, a calagem e micronutrientes permitiram as mais altas produções de todas as partes da cultura, chegando a quadruplicar a produção de grãos, entretanto, a maior produção de grãos não esteve associada ao maior crescimento vegetativo.

Estudando o comportamento de alguns cultivares de feijão, na presença e na ausência de micronutrientes, NAKAGAWA et alii<sup>77</sup>, realizaram dois ensaios de campo, em Latossolo Ver-

melho Amarelo, em duas épocas, utilizando fritas FTE BR 12 (11,5% ZnO; 7,0% B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 1,0% CuO; 5,4% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 5,5% MnO<sub>2</sub> e 0,2% MoO<sub>3</sub>) como fonte de micronutrientes, na dose de 40 kg/ha, sendo a adubação NPK constante para todos os tratamentos. Verificaram que os micronutrientes não prejudicaram a produção de nenhum dos cultivares, porém, observaram comportamentos diferentes nas produções dos cultivares em função da época de cultivo. Em outro experimento semelhante NAKAGAWA et alii<sup>76</sup> usando FTE BR 9 (6,5% ZnO; 7,0% B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 1,0% CuO; 9,5% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 5,5% MnO<sub>2</sub> e 0,2% MoO<sub>3</sub>) na dose de 100 kg/ha, foram encontrados resultados semelhantes aos relatados anteriormente, contudo, verificaram incrementos significativos na produção média dos cultivares quando na forma residual.

Foram utilizadas diferentes fontes de zinco em tratamento de sementes de feijão, verificando-se que o tratamento de sementes não substitui a fertilização do solo, contudo, o tratamento de sementes proporcionou maior uniformidade na maturação. A comparação entre as fontes mostrou que o zinco aplicado na forma de poliflavonóide foi superior ao sulfato de zinco e ao ZnEDTA (RASMUSSEN & BOAWN<sup>88</sup>).

Avaliando o efeito do Biocrop L (6,0% Mo; 0,5% Co; 2,0% B e 10,0% Zn) sobre a produção de feijoeiros em solo de cerrado, JUNQUEIRA NETO, 1977, citado por MICROQUÍMICA INDÚSTRIA QUÍMICA<sup>63</sup>, verificou que no experimento com fertilidade natural o uso de Biocrop L, elevou a produtividade em 42% em relação a testemunha, e nas parcelas com fertilidade corrigida, obteve acréscimo de 96%.

Em três experimentos de campo foi testado o efeito do tratamento de sementes com os produtos Quimol e Biocrop L,

em três cultivares de feijão. Em nenhum dos casos observou-se resposta positiva à aplicação dos produtos sobre a produtividade dos cultivares (BULISANI et alii<sup>14</sup>).

Em solo sob vegetação de cerrado, em Lavras, MG, JUNQUEIRA NETO, 1981, citado por MICROQUÍMICA INDÚSTRIA QUÍMICA<sup>63</sup>, utilizando Biocrop feijão (9,0% Mo; 0,5% Co; 38,0%Zn e 2,0%B) em tratamento de sementes obteve aumento na produção de grãos da ordem de 59,1% em relação a testemunha, em solo sem calagem, e de 65,2% em solo com calagem. Em Goiânia, utilizando doses de 0; 150 e 300 g/ha de Biocrop em tratamento de sementes de feijão foi obtido aumento médio de 14,5% na produtividade, em solo com e sem calagem (VIEIRA et alii<sup>108</sup>).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho experimental foi feito em condições de casa-de-vegetação e de campo, em solo classificado como Cambissolo álico Tb, A proeminente, textura argilosa, fase subtropical, relevo suave ondulado, substrato sedimentos pleistocênicos (OLMOS ITURRI et alii<sup>81</sup>), da Fazenda do Canguirí, em Piraquara, PR, uma das Unidades Experimentais da Universidade Federal do Paraná (UFPR). As características físicas e químicas deste solo encontram-se na Tabela 1 (RAIJ et alii<sup>87</sup>).

#### 3.1 EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO

O primeiro experimento foi conduzido em casa-de-vegetação, no Departamento de Solos do Setor de Ciências Agrárias da UFPR, em Curitiba, PR.

Foram testados três cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) recomendados para o plantio no Estado do Paraná; 'FT 120' e 'IAPAR 20' de hábito indeterminado e 'FT 398' de hábito determinado. Os cultivares FT são provenientes dos programas de melhoramento genético de FT Pesquisa e Sementes e o cv. 'IAPAR 20' do programa de melhoramento genético do Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR). Todos os cvs. tem sementes de cor preta e são tidos como de alta produtividade.

TABELA 1 - CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DO SOLO UTILIZADO NOS EXPERIMENTOS EM CASA-DE-VEGETAÇÃO E NO CAMPO\*

Areia	Silte	Argila	M.O.	CTC	Soma Bases	V	pH CaCl <sub>2</sub>
-----		% -----		---	meq ----	%	
16,3	29,3	54,4	5,48	21,45	15,01	70,01	5,20

P**	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>	S	Zn	Mn	Fe
ppm	-----		meq -----			-----	ppm	-----	
3,34	0,30	9,01	5,70	0,05	6,35	52,1	0,50	17,00	19,50

\* Análise realizada no IBRA - Análises Químicas Ltda., Campinas, SP, segundo os métodos propostos por RAIJ *et alii*<sup>87</sup>

\*\* Determinação de P pelo método de Melhich.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, com três repetições, sendo cada parcela constituída por três vasos. Os tratamentos foram o resultado da combinação de duas formas (inorgânica e orgânica) com quatro níveis de zinco, arranjos fatoriais, conforme consta da Tabela 2. Foram feitos experimentos independentes para cada cultivar.

Os níveis de zinco da forma inorgânica foram escolhidos levando-se em consideração as recomendações de vários autores (FLOR<sup>29</sup>; GUEDES<sup>35</sup>, LOPES<sup>47</sup>, ROSOLEM<sup>92</sup>) e para a forma orgânica, os níveis foram escolhidos por meio de informação pessoal do Dr. Osmar Souza dos Santos.\*

Foi feita adubação básica de plantio, uniforme para todos os tratamentos, com 40 kg de N/ha, 90 kg de  $P_2O_5$ /ha e 30 kg de  $K_2O$ /ha, usando-se como fonte: uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. Para o zinco inorgânico foi utilizado o sulfato de zinco p.a. ( $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ) com 22,7% de Zn, e como forma orgânica foi utilizado o produto MIQL 2711/87 com 15% de Zn, fornecido pela Microquímica Ind. Química Ltda. Os níveis de 0, 3, 6 e 9 kg de Zn/ha, na forma de sulfato de zinco, foram misturados no solo com a adubação básica, e os níveis de 0, 20, 30 e 40 g de Zn/ha colocados na forma de tratamentos de sementes.

Foram usados sacos plásticos duplos como vasos, sendo um saco de cor preta externamente e internamente um transparente. Em cada vaso foram colocados 10 kg de solo peneirado e homogenizado com o respectivo tratamento.

\*Informação pessoal do Dr. Osmar Souza dos Santos, Prof. Titular da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), RS.

TABELA 2. TRATAMENTOS RESULTANTES DA COMBINAÇÃO DE DUAS FORMAS E QUATRO NÍVEIS DE ZINCO

Tratamento	Forma	Níveis de Zinco	Índice dos Níveis
- kg/ha -			
A	Sulfato de Zinco	0	1
B	Sulfato de Zinco	3	2
C	Sulfato de Zinco	6	3
D	Sulfato de Zinco	9	4
- g/ha -			
E	MIQL 2711/87	0	1
F	MIQL 2711/87	20	2
G	MIQL 2711/87	30	3
H	MIQL 27111/87	40	4

A semeadura foi realizada na primeira quinzena de março de 1988 safra "da seca". Foram colocadas cinco sementes por vaso e aos 12 dias após a emergência (DAE), foi realizado o desbaste deixando-se duas plantas por vaso, as quais permaneceram até o final do ciclo.

Os vasos foram irrigados diariamente com água deionizada de acordo com as necessidades das plantas.

Foram realizadas mondas com a finalidade de manter os feijoeiros livres de concorrência com outras espécies vegetais, e uma aplicação com o produto Kumulus-S (80% de enxofre) na dose de 2 g/l, visando o controle de ácaros e oídio, especialmente na fase de floração.

As avaliações foram realizadas em duas épocas: aos 45 DAE e na colheita. Na primeira foi avaliada a altura das plantas e foram coletadas as folhas trifolioladas, de cada planta, para análise do teor de zinco (BATAGLIA et alii<sup>7</sup>, MALAVOLTA & KLIEMANN<sup>56</sup>, MALAVOLTA et alii<sup>57</sup>). Na segunda foram avaliados: altura de plantas, número de vagens por planta, número de sementes por vagem, peso de 100 sementes e rendimento por planta. Foi avaliado também, o teor de zinco total e disponível no solo de cada parcela.

Foi aplicado o teste de Bartlett para avaliar a homogeneidade das variâncias (STELL & TORRIE<sup>99</sup>), e foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade nos casos em que por meio das análises de variância identificou-se o valor do teste F significativo (GOMES<sup>34</sup>, STELL & TORRIE<sup>99</sup>). Foram feitas correlações entre todas as variáveis.



### 3.2 EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO - RESIDUAL

Para avaliar o efeito residual dos tratamentos da safra "da seca" foi feito outro experimento, na safra "das águas" utilizando-se os mesmos vasos. Tendo-se revolvido levemente o solo e retirando-se parte das raízes das plantas da safra anterior. A adubação básica foi feita nas mesmas quantidades do primeiro experimento, porém, foi utilizado o fosfato de amônio p.a. como fonte de fósforo para evitar possíveis contaminações com zinco. Como fontes de nitrogênio e potássio foram utilizados uréia e cloreto de potássio, respectivamente. Para facilitar a colocação e homogeneização com o solo, a adubação foi colocada na forma de solução aquosa.

A semeadura foi realizada na segunda quinzena de outubro de 1988, safra "das águas", colocando-se cinco sementes por vaso e aos 12 DAE foi realizado o desbaste deixando-se duas plantas. As sementes utilizadas de cada cultivar, foram as colhidas nos tratamentos testemunhas, sem zinco, da safra anterior.

Os vasos foram irrigados, diariamente, com água deionizada de acordo com as necessidades das plantas.

Foram realizadas mondas com a finalidade de manter os feijoeiros livres de concorrência com outras espécies vegetais e uma aplicação do produto Kumulus-S para controle de ácaros.

As avaliações realizadas foram as mesmas do experimento anterior, com exceção do teor de zinco no solo.

As análises estatísticas foram semelhantes as do primeiro experimento. Pela aplicação do teste de Bartlett identificaram-se algumas variáveis sem homogeneidade nas variâncias;

nesses casos, os dados (teor de Zn no solo para os três cultivos) foram transformados para log 10.

### 3.3 EXPERIMENTO DE CAMPO

Foi feito experimento com as mesmas características do proposto para casa-de-vegetação, no campo experimental da Fazenda do Canguirí, na mesma área de onde foi retirado o solo para o trabalho em casa-de-vegetação. Neste caso, o delineamento estatístico foi o de blocos ao acaso com quatro repetições e os tratamentos foram os mesmos que constam da Tabela 2.

A parcela experimental foi composta por quatro linhas de cinco metros de comprimento espaçadas entre si de 0,50 m, perfazendo 5 m<sup>2</sup> de área total, sendo que na colheita as duas linhas laterais e 0,50 m de cada extremidade foram considerados como bordaduras, de modo que, a área útil da parcela foi de 4 m<sup>2</sup>, e nela foram feitas todas as avaliações. Foram semeadas 15 sementes por metro visando população estimada de 250 a 300 mil plantas/ha.

O preparo do solo foi realizado às vésperas da semeadura com uma aração e duas gradagens. Foram feitos sulcos com aproximadamente 15 cm de profundidade. Nestes foi colocada a adubação básica, nas mesmas proporções utilizadas no experimento em casa-de-vegetação, usando-se as mesmas formas de zinco e dos demais nutrientes. Foi feita adubação de cobertura com nitrogênio, na forma de uréia, colocada ao lado das plantas aos 20 dias após a emergência das mesmas, utilizando-se a recomendação de 20 kg de N/ha.

A semeadura foi realizada no final da segunda quinzena de outubro de 1988.

Foram feitos os tratos culturais necessários, especialmente capinas, para o desenvolvimento normal da cultura.

Foi realizada contagem da população inicial de plantas aos 20 DAE das plantas, e contagem da população final, no momento da colheita.

Foram colhidas, aleatoriamente de cada parcela, dez plantas para avaliação da altura aos 45 DAE e coletada as folhas trifolioladas para análise foliar de zinco (BATAGLIA et alii<sup>7</sup>, MALAVOLTA & KLIEMANN<sup>56</sup>; MALAVOLTA et alii<sup>57</sup>).

Na colheita foram avaliados: altura de plantas, número de vagens por planta, número de sementes por vagem, peso de 100 sementes e rendimento por planta. Para essas avaliações foram escolhidas, aleatoriamente dez plantas por parcela. Os resultados da avaliação do peso de 100 sementes foi acrescentado para a avaliação do rendimento total.

Foi aplicado o teste de Bartlett para avaliar a homogeneidade das variâncias (STEEL & TORRIE<sup>99</sup>), tendo sido necessário transformar os dados de algumas variáveis (número de vagens por planta e rendimento por planta do cv. 'IAPAR 20') para log 10. Os dados foram avaliados por meio da análise de variância e submetidos ao teste de Tukey para comparação de média ao nível de 5% de probabilidade quando necessário, e foram feitas correlações entre todas as variáveis (GOMES<sup>34</sup>; STEEL & TORRIE<sup>99</sup>).

### 3.4 ANÁLISES QUÍMICAS

### 3.4.1 Determinação de Zinco Total do Solo

Foi utilizada a metodologia proposta por JACKSON<sup>40</sup>.

O zinco foi extraído pela digestão total com ácido fluorídrico 40% p.á. (5 ml) e ácido perclórico (0,5 ml) a quente, e determinado por absorção atômica.

### 3.4.2 Determinação de Zinco Disponível no Solo

O zinco disponível no solo foi extraído com ácido clorídrico 0,1 N, utilizando-se 5,0 g de solo (2 mm) e 50 ml de HCl 0,1 N, utilizando a metodologia proposta por TUCKER & KURTZ<sup>102</sup>. Após centrifugação a 1.400 rpm por 15 minutos, utilizou-se 10 ml do sobrenadante para determinação do zinco por espectrofotometria de absorção atômica.

### 3.4.3 Determinação de Zinco nas Folhas e Sementes

Foi retirada uma amostra composta das sementes de cada cultivar utilizada nos experimentos, destas separou-se, aleatoriamente, 100 sementes, para determinação do zinco. Foi utilizada a metodologia de rotina do Laboratório de Nutrição de Plantas da UFPR (HILDEBRAND<sup>36</sup>). O zinco foi determinado por espectrofotometria de absorção atômica.

As amostras foliares foram preparadas de acordo com a metodologia proposta por BATAGLIA et alii<sup>7</sup> e TRANI et alii<sup>101</sup>. As análises foliares foram feitas de acordo com a metodologia de rotina do Laboratório do IBRA - Análises Químicas, Campinas, SP, e a determinação foi por espectrofotometria de absorção atômica (BATAGLIA et alii<sup>7</sup>).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO

Encontram-se na Tabela 3 os resultados das análises de variância dos dados obtidos no experimento em casa-de-vegetação para os três cultivares. Verifica-se que houve influência altamente significativa dos níveis de zinco sobre a altura de plantas aos 45 DAE, altura de plantas na colheita e rendimento por planta, para os cvs. 'FT 398' e 'FT 120' e das formas sobre o rendimento por planta para o cv. 'FT 398'. Observa-se, também, influência significativa das formas de zinco sobre a altura das plantas aos 45 DAE e na colheita para o cv. 'FT 120', e dos níveis de zinco e da interação entre forma e nível sobre o peso de 100 sementes, para o cv. 'IAPAR 20'. Quanto ao teor de zinco nas folhas, ainda pela Tabela 3, pode-se ver que houve influência altamente significativa das formas de zinco nos três cultivares, dos níveis de zinco nos cvs. 'FT 120' e 'IAPAR 20' e da interação entre formas e níveis nos cvs. 'FT 398' e 'IAPAR 20' e influência significativa da interação entre formas e níveis para o cv. 'FT 120'.

As análises de variância dos dados são semelhantes as análises de variância encontradas por NAKAGAWA et alii<sup>77-8</sup>, para o cultivo das águas, usando fritas FTE como fonte de micronutrientes.

TABELA 3. ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS DADOS OBTIDOS NO EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO, PARA OS TRÊS CULTIVARES DE FEIJÃO, UFPR, CURITIBA, PR, 1988

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios						
		Altura de plantas aos 45 DAE	Altura de plantas na colheita	Número vagens/planta	Numero sementes/planta	Peso de 100 Se- mentes	Rendí- mento/planta	Teor de Zinco nas folhas
'FT 398'								
Forma	1	0,81	0,14	0,88	0,10	1,11	2,05**	130,66**
Níveis	3	84,15 **	77,67**	0,39	0,17	0,51	1,47**	9,02
Forma x níveis	3	12,44	10,38	0,36	0,11	0,60	1,03**	84,69**
Erro	16	10,70	11,65	0,24	0,07	0,30	0,14	13,78
CV (%)		8,19	8,52	6,69	5,19	3,58	6,37	10,81
'FT 120'								
Forma	1	59,25*	76,68*	0,22	0,11	0,00	0,37	546,26**
Níveis	3	88,87 **	92,30**	0,60	0,15	0,86	1,14 **	75,01**
Forma x níveis	3	8,42	5,01	0,07	0,14	0,14	0,10	55,17*
Erro	16	8,45	11,21	0,20	0,05	0,37	0,13	11,47
CV (%)		9,29	10,72	6,44	4,94	3,91	7,22	9,90
'IAPAR 20'								
Forma	1	13,14	28,01	0,52	0,05	0,09	0,04	273,37**
Níveis	3	7,20	3,60	0,07	0,09	0,39*	0,05	66,97**
Forma x níveis	3	18,39	32,31	0,03	0,11	0,48*	0,10	50,12**
Erro	16	10,88	11,82	0,64	0,12	0,10	0,24	6,29
CV(%)		10,12	10,48	9,69	7,04	2,34	8,68	10,20

\* F significativo a 5% de probabilidade

\*\* F significativo a 1% de probabilidade

Nas Tabelas 4, 5, 6, 7, 8 e 9 são apresentados os coeficientes de correlação e a probabilidade de haver correlação entre as variáveis avaliadas para os três cultivares.

Na Tabela 4 estão os coeficientes de correlação entre o zinco fornecido na forma inorgânica e as demais variáveis, para o cv. 'FT 398'. Verifica-se que a altura de plantas aos 45 DAE apresenta correlação altamente significativa com a altura de plantas na colheita e correlação significativa com: número de sementes por vagem, peso de 100 sementes e nível de zinco inorgânico (sulfato) fornecido ao solo. A altura de plantas na colheita também mostrou correlação significativa com as variáveis mencionadas acima. O número de vagens por planta apresentou correlação altamente significativa com rendimento por planta e teor de zinco nas folhas. O rendimento por planta teve correlação altamente significativa com o peso de 100 sementes, com o teor de zinco nas folhas, e com o nível de zinco inorgânico fornecido ao solo. O teor de zinco nas folhas apresentou correlação altamente significativa com os níveis de zinco inorgânico fornecido ao solo, demonstrando que as plantas absorveram o zinco do solo, influenciando a produção de grãos e demonstrando a necessidade de zinco para este cultivar.

Na Tabela 5 estão os coeficientes de correlação entre o zinco fornecido na forma orgânica e as demais variáveis, para o cv. 'FT 398'. Verifica-se que a altura das plantas aos 45 DAE apresentou correlação altamente significativa com a altura de plantas na colheita e correlação significativa com o zinco aplicado nas sementes e com o rendimento por planta. A altura de plantas na colheita teve comportamento semelhante. O número

TABELA 4. COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE NÍVEIS DE ZINCO INORGÂNICO, ALTURA DE PLANTAS AOS 45 DAE, ALTURA DE PLANTAS NA COLHEITA, NÚMERO DE VAGENS/PLANTA, NÚMERO DE SEMENTES/VAGEM, PESO DE 100 SEMENTES, RENDIMENTO/PLANTA E TEOR DE ZINCO NAS FOLHAS PARA O cv. 'FT 398' EM EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO, UFPR, CURITIBA, PR, 1988

	Altura de Plantas aos 45 DAE	Altura de Plantas na colheita	Número de vagens/planta	Número de sementes/vagem	Peso de 100 sementes	Rendimento/planta	Zn nas folhas
Níveis Zn Inorgânico	0,63*	0,56*	0,40 ns	0,58*	0,42 ns	0,76**	0,70**
Altura de Plantas aos 45 DAE		0,99**	-0,09 ns	0,59*	0,53*	0,46 ns	0,23 ns
Altura de Plantas na colheita			-0,15 ns	0,60*	0,51*	0,41 ns	0,13 ns
Número de vagem/planta				-0,06 ns	0,44 ns	0,76**	0,67 **
Número de semente/vagem					-0,02 ns	0,48 ns	-0,01 ns
Peso de 100 sementes						0,62*	0,42 ns
Rendimento/planta							0,60*

\* Coeficiente de correlação significativo a 5% de probabilidade.

\*\* Coeficiente de correlação significativo a 1% de probabilidade.

ns Coeficiente de correlação não significativo.



TABELA 5. COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE NÍVEL DE ZINCO ORGÂNICO, ALTURA DE PLANTAS AOS 45 DAE, ALTURA DE PLANTAS NA COLEHITA, NÚMERO DE VAGENS/PLANTAS, NÚMERO DE SEMENTES/VAGEM, PESO DE 100 SEMENTES, RENDIMENTO/PLANTA E TEOR DE ZINCO NA FOLHA PARA O cv. 'FT 398', EM EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO, UFPR, CURITIBA, PR, 1988

	Altura de Plantas aos 45 DAE	Altura de Plantas na colheita	Número de vagens/ planta	Número de sementes/ vagem	Peso de 100 se- mentes	Rendimen- to/plan- ta	Zn nas folhas
Níveis Zn Orgânico	0,61*	0,60*	0,28 ns	0,45 ns	0,00 ns	0,48 ns	-0,53*
Altura de Plantas aos 45 DAE		0,99**	0,48 ns	0,39 ns	0,39 ns	0,64*	0,05 ns
Altura de Plantas na colheita			0,43 ns	0,39 ns	0,33 ns	0,59*	0,08 ns
Número de vagem/plan- ta				-0,04 ns	0,24 ns	0,69**	0,22 ns
Número de semente/va- gem					0,47*	0,65*	-0,35 ns
Peso de 100 sementes						0,68**	-0,04 ns
Rendimento/planta							-0,10 ns

\* Coeficiente de correlação significativo a 5% de probabilidade.

\*\* Coeficiente de correlação significativo a 1% de probabilidade.

ns Coeficiente de correlação não significativo.

de vagens por planta, o número de sementes por vagem e o peso de 100 sementes apresentaram correlação significativa com o rendimento por planta, já o teor de zinco nas folhas teve correlação significativa, porém negativa, com os níveis de zinco orgânico aplicado nas sementes.

Na Tabela 6 estão os coeficientes de correlação entre zinco fornecido na forma inorgânica e as demais variáveis, para o cv. 'FT 120'. Verifica-se que a altura de plantas aos 45 DAE teve correlação altamente significativa com a altura de plantas na colheita, por sua vez, a altura de plantas na colheita teve correlação significativa com: peso de 100 sementes e rendimento por planta. O rendimento por planta teve correlação significativa com o número de sementes por vagem e com o peso de 100 sementes. O teor de zinco nas folhas teve correlação altamente significativa com os níveis de zinco inorgânico fornecido ao solo na forma de sulfato, demonstrando nítida influência dos níveis de zinco.

Na Tabela 7 encontram-se os coeficientes de correlação entre zinco fornecido na forma orgânica e as demais variáveis, para o cv. 'FT 120'. Verifica-se que a altura de plantas aos 45 DAE teve correlação altamente significativa com a altura de plantas na colheita e correlação significativa com o número de sementes por vagem, e este teve correlação significativa com altura de plantas na colheita e níveis de zinco orgânico aplicado nas sementes. O rendimento por planta teve correlação altamente significativa com o número de sementes por vagem e correlação significativa com o número de vagens por planta.

TABELA 6. COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE NÍVEIS DE ZINCO INORGÂNICO, ALTURA DE PLANTAS AOS 45 DAE, ALTURA DE PLANTAS NA COLHEITA, NÚMERO DE VAGENS/PLANTA, NÚMERO DE SEMENTES/VA- GEM, PESO DE 100 SEMENTES, RENDIMENTO/PLANTA E TEOR DE Zn NAS FOLHAS PARA O cv. 'FT 120', EM EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO, UFPR, CURITIBA, PR, 1988

	Altura de Plantas aos 45 DAE	Altura de Plantas na colheita	Número de vagens/ planta	Número de sementes/ vagem	Peso de 100 se- mentes	Rendimen- to/plan- ta	Zn nas folhas
Níveis Zn Inorgânico	-0,23 ns	-0,12 ns	0,46 ns	-0,34 ns	-0,06 ns	0,13 ns	0,80**
Altura de Plantas aos 45 DAE		0,91**	-0,31 ns	0,33 ns	0,33 ns	0,22 ns	-0,22 ns
Altura de Plantas na colheita			-0,10 ns	0,43 ns	0,51 *	0,52*	-0,23 ns
Número de vagem/plan- ta				-0,35 ns	0,07 ns	0,47 ns	0,19 ns
Número de semente/va- gem					0,20 ns	0,55*	-0,43 ns
Peso de 100 sementes						0,63*	-0,52*
Rendimento/planta							-0,30 ns

\* Coeficiente de correlação significativo a 5% de probabilidade.

\*\* Coeficiente de correlação significativo a 1% de probabilidade.

ns Coeficiente de correlação não significativo.

TABELA 7. COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE NÍVEIS DE ZINCO ORGÂNICO, ALTURA DE PLANTAS AOS 45 DAE, ALTURA DE PLANTAS NA COLHEITA, NÚMERO DE VAGENS/PLANTA, NÚMERO DE SEMENTES/VAGEM, PESO DE 100 SEMENTES, RENDIMENTO/PLANTA E TEOR DE Zn NAS FOLHAS PARA O cv. 'FT 120', EM EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO, UFPR, CURITIBA, PR, 1988

	Altura de Plantas aos 45 DAE	Altura de Plantas na colheita	Número de vagens/planta	Número de sementes/vagem	Peso de 100 sementes	Rendimento/planta	Zn nas folhas
Níveis Zn Orgânico	0,17 ns	0,24 ns	0,15 ns	0,61*	-0,03 ns	0,40 ns	0,08 ns
Altura de Plantas aos 45 DAE		0,99**	-0,15 ns	0,62*	0,49 ns	0,41 ns	0,16 ns
Altura de Plantas na colheita			-0,14 ns	0,65*	0,46 ns	0,42 ns	0,20 ns
Número de vagem/planta				0,39 ns	-0,29 ns	0,74**	-0,37 ns
Número de semente/vagem					0,39 ns	0,87**	-0,21 ns
Peso de 100 sementes						0,27 ns	-0,24 ns
Rendimento/planta							-0,37 ns

\* Coeficiente de correlação significativo a 5% de probabilidade.

\*\* Coeficiente de correlação significativo a 1% de probabilidade.

ns Coeficiente de correlação não significativo.

Na Tabela 8 estão os coeficientes de correlação entre zinco fornecido na forma inorgânica e as demais variáveis, para o cv. 'IAPAR 20'. Verifica-se que a altura de plantas aos 45 DAE teve correlação altamente significativa com a altura de plantas na colheita, e esta, por sua vez, correlacionou-se significativamente de forma negativa com o número de vagens por planta e positivamente com o rendimento por planta. O número de sementes por vagem teve correlação altamente significativa com o nível de zinco fornecido ao solo na forma de sulfato, e o teor de zinco nas folhas teve correlação altamente significativa com os níveis de zinco inorgânico, demonstrando nítida influência deste fator.

Na Tabela 9 estão os coeficientes de correlação entre zinco fornecido na forma orgânica e as demais variáveis para o cv. 'IAPAR 20'. Verifica-se que a altura de plantas aos 45 DAE teve correlação altamente significativa com a altura de plantas na colheita e significativa com o rendimento por planta e com os níveis de zinco orgânico aplicado em tratamento de sementes. O número de vagens por planta teve correlação altamente significativa, porém negativa com o número de sementes por vagem. O peso de 100 sementes correlacionou-se significativamente de forma negativa com os níveis de zinco orgânico aplicado em tratamento de sementes.

#### 4.1.1 Altura de Plantas aos 45 Dias após a Emergência (DAE)

Os efeitos do zinco sobre a altura de plantas aos

TABELA 8. COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE NÍVEIS DE ZINCO INORGÂNICO, ALTURA DE PLANTAS AOS 45 DAE, ALTURA DE PLANTAS NA COLHEITA, NÚMERO DE VAGENS/PLANTA, NÚMERO DE SEMENTES/VAGEM, PESO DE 100 SEMENTES, RENDIMENTO/PLANTA E TEOR DE Zn NAS FOLHAS PARA O cv. 'IAPAR 20', EM EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO, UFPR, CURITIBA, PR, 1988

	Altura de Plantas aos 45 DAE	Altura de Plantas na colheita	Número de vagens/planta	Número de sementes/vagem	Peso de 100 sementes	Rendimento/planta	Zn nas folhas
Níveis Zn Inorgânico	-0,12 ns	-0,29 ns	0,07 ns	0,73 **	0,21 ns	0,12 ns	0,86**
Altura de Plantas aos 45 DAE		0,90**	-0,47 ns	0,01	-0,16 ns	0,46 ns	0,04 ns
Altura de Plantas na colheita			-0,50*	-0,08	-0,36 ns	0,63*	-0,17 ns
Número de vagem/planta				-0,13	-0,27 ns	-0,09 ns	-0,07 ns
Número de semente/vagem					0,28ns	0,28 ns	0,47 ns
Peso de 100 sementes						-0,29 ns	0,04 ns
Rendimento/planta							0,08 ns

\* Coeficiente de correlação significativo a 5% de probabilidade.

\*\* Coeficiente de correlação significativo a 1% de probabilidade.

ns Coeficiente de correlação não significativo.

TABELA 9. COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE NÍVEIS DE ZINCO ORGÂNICO, ALTURA DE PLANTAS AOS 45 DAE, ALTURA DE PLANTAS NA COLHEITA, NÚMERO DE VAGENS/PLANTA, NÚMERO DE SEMENTES/VA-GEM, PESO DE 100 SEMENTES, RENDIMENTO/PLANTA E TEOR DE Zn NAS FOLHAS PARA O cv. "IAPAR 20", EM EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO, UFPR, CURITIBA, PR, 1988

	Altura de Plantas aos 45 DAE	Altura de Plantas na colheita	Número de vagens/planta	Número de sementes/vagem	Peso de 100 se- mentes	Rendimen- to/plan- ta	Zn nas folhas
Níveis Zn Orgânico	0,53*	0,43 ns	0,06 ns	-0,01 ns	-0,50*	-0,03 ns	-0,02 ns
Altura de Plantas aos 45 DAE		0,82**	0,21 ns	0,30 ns	-0,01 ns	0,56*	-0,18 ns
Altura de Plantas na colheita			0,14 ns	0,24 ns	-0,26 ns	0,40 ns	-0,26 ns
Número de vagem/plan- ta				-0,72**	0,39 ns	0,46 ns	-0,30 ns
Número de semente/va- gem					-0,38 ns	0,26 ns	0,13 ns
Peso de 100 sementes						0,17 ns	-0,20 ns
Rendimento/planta							0,40 ns

\* Coeficiente de correlação significativo a 5% de probabilidade.

\*\* Coeficiente de correlação significativo a 1% de probabilidade.

ns Coeficiente de correlação não significativo.

45 DAE, para os três cultivares, encontram-se na Figura 1. Vê-se, que o melhor nível, para o cv. 'FT 398', foi o equivalente a 9 kg de Zn/ha, na forma inorgânica, que apesar de não ter sido identificada diferença significativa com os níveis de 3 e 6 kg de Zn/ha, foi superior em 2,7 e 10,6 %, respectivamente. Já para o cv. 'FT 120' a maior altura foi com o nível equivalente a 6 kg de Zn/ha na forma inorgânica, seguido do nível de 3 kg de Zn/ha da mesma forma. Finalmente para o cv. 'IAPAR 20' observa-se tendência a maior altura com zinco na forma orgânica.

Levando em consideração somente a altura de plantas aos 45 DAE, o cv. 'FT 398' e o 'IAPAR 20', foram o mais alto e o mais baixo, respectivamente, em qualquer nível de zinco.

#### 4.1.2. Altura de Plantas na Colheita

Na Figura 2, encontram-se os resultados da altura de plantas na colheita, para os cvs. 'FT 398', 'FT 120' e 'IAPAR 20', respectivamente. Vê-se, que o comportamento geral das plantas de feijão em relação a altura na colheita foi semelhante ao que ocorreu com relação a altura aos 45 DAE. Vê-se também que o desenvolvimento das plantas em altura, após 45 DAE foi praticamente nulo.

#### 4.1.3 Peso de 100 Sementes

A Figura 3 mostra os resultados do peso de 100 sementes dos três cultivares. O cv. 'IAPAR 20' apresentou maior peso de sementes com nível equivalente a 3 kg de Zn/



FIGURA 1 - ALTURA DE PLANTAS AOS 45 DIAS APÓS A EMERGÊNCIA PARA OS CULTIVARES 'FT 398', 'FT 120' E 'IAPAR 20' EM EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO. UFPR, Curitiba, PR, 1988

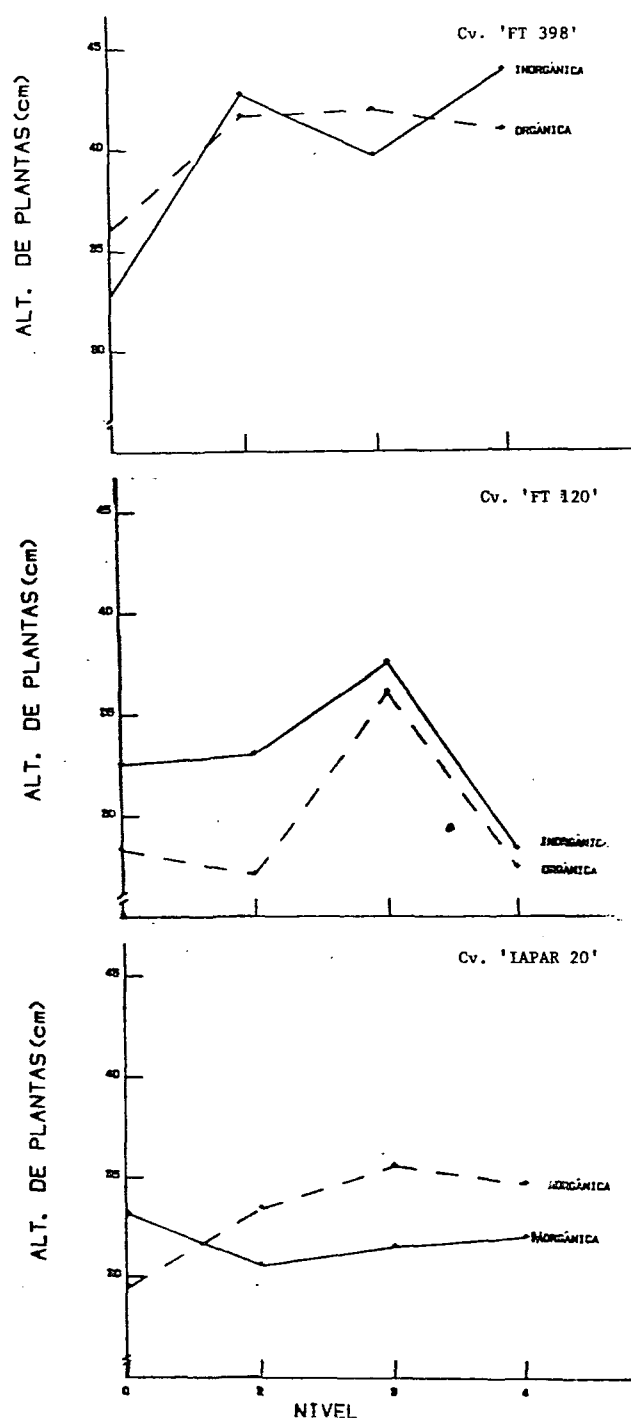


FIGURA 2 - ALTURA DE PLANTAS NA COLHEITA PARA OS CULTIVARES 'FT 398', 'FT 120' e 'IAPAR 20' EM EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO, UFPR, Curitiba, PR, 1988

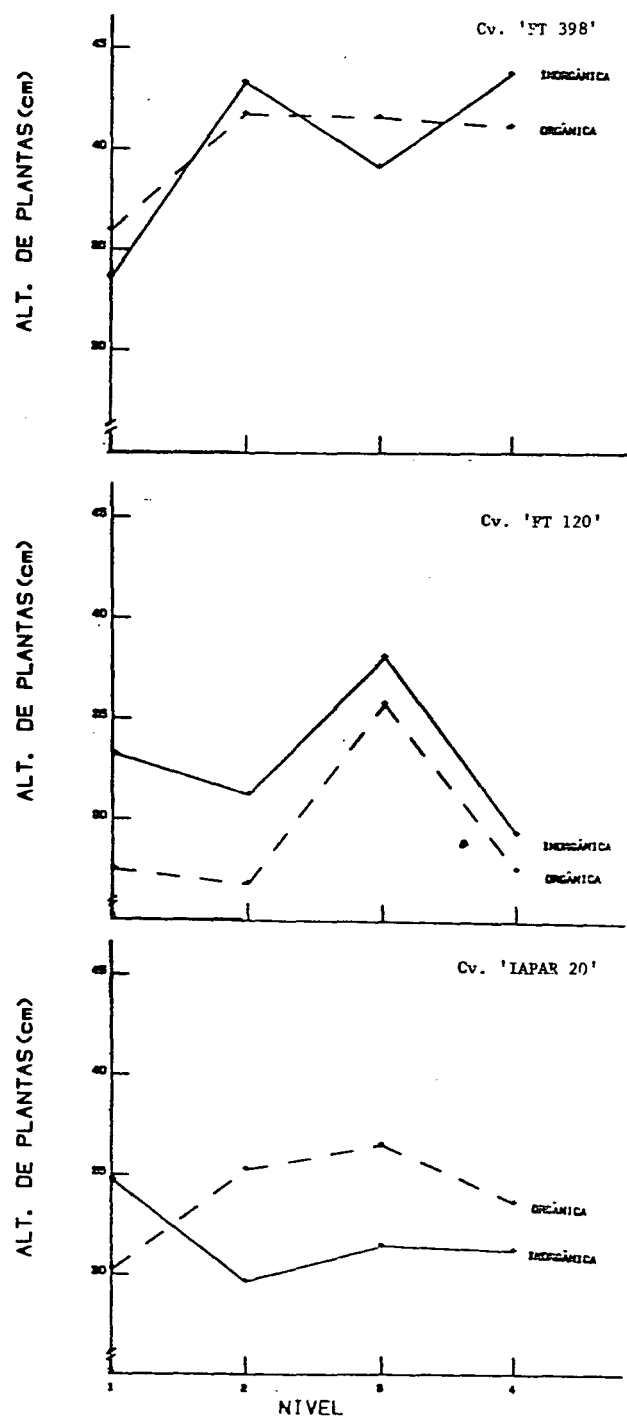
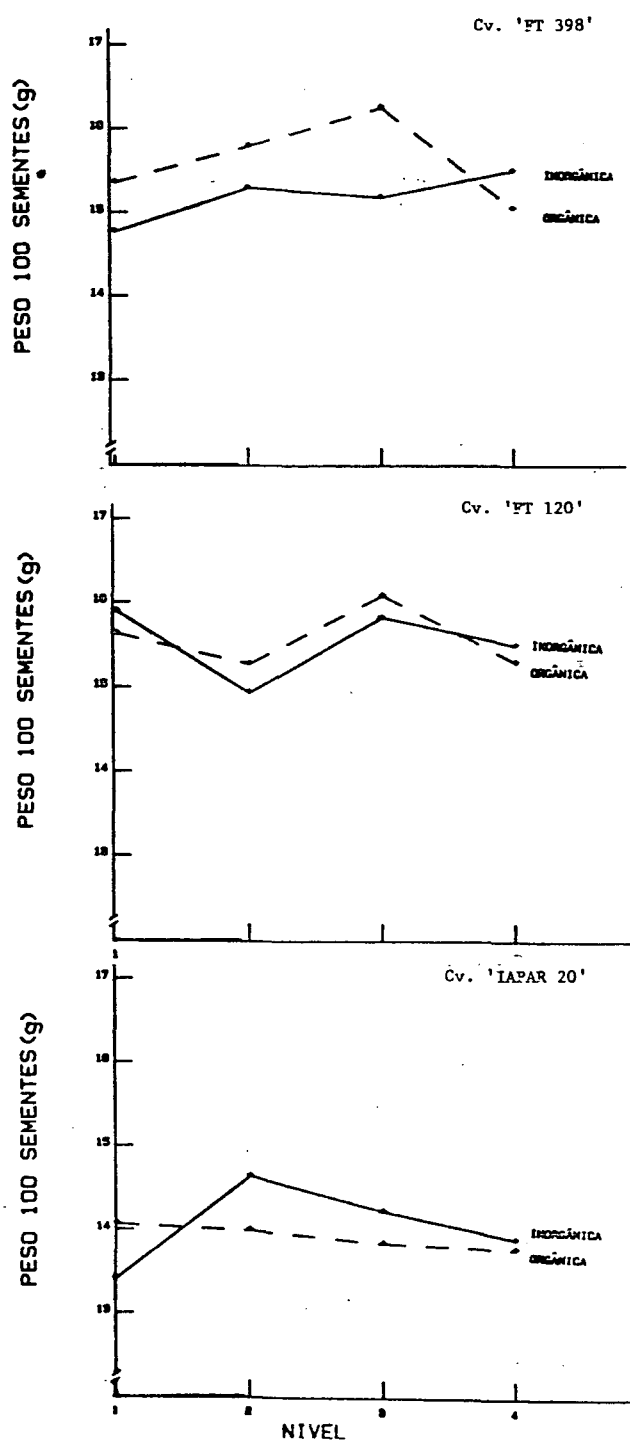


FIGURA 3 - PESO DE 100 SEMENTES PARA OS CULTIVARES 'FT 398',  
'FT 120' E 'IAPAR 20' EM EXPERIMENTO EM CASA-DE-  
VEGETAÇÃO, UFPR, Curitiba, PR, 1988



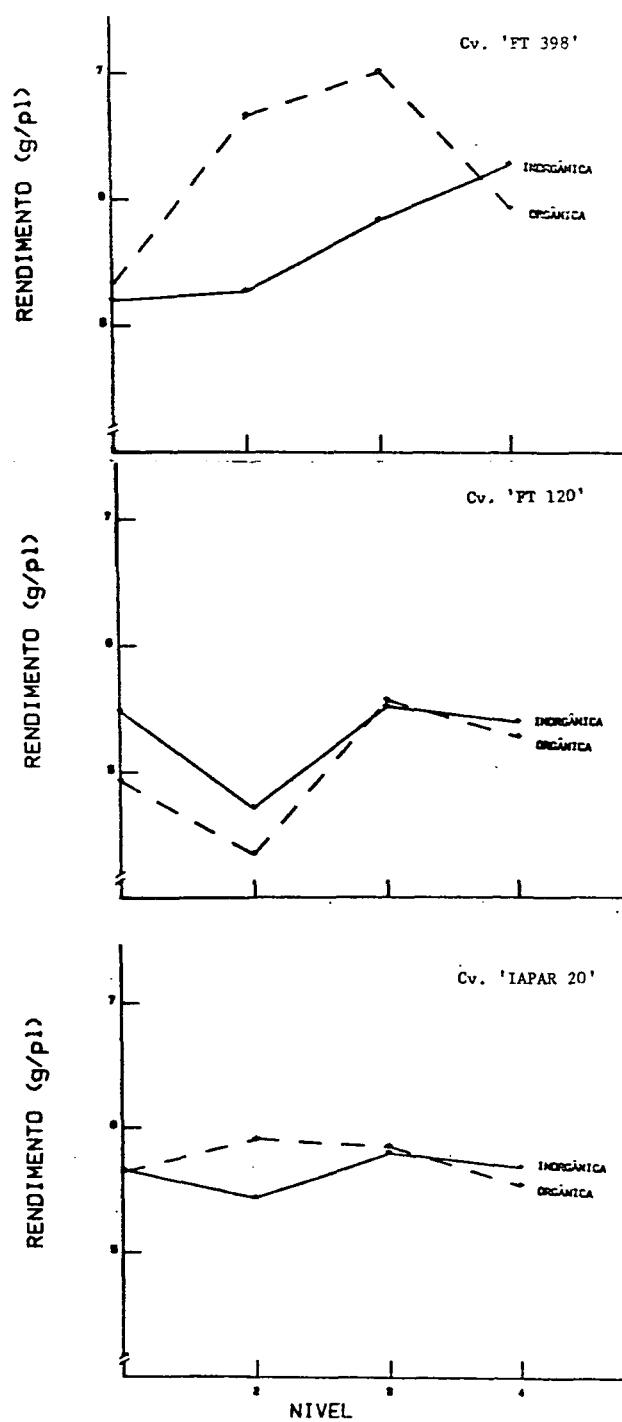
ha na forma inorgânica e os outros dois cultivares mostraram tendência a maior peso de sementes com nível equivalente a 30 g de Zn/ha de MIQL 2711/87, aplicado em tratamento de sementes.

#### 4.1.4 Rendimento por Planta

Os efeitos da forma e dos níveis de zinco sobre o rendimento dos cultivares de feijão estão na Figura 4. Vê-se que o cv. 'FT 398' a melhor média foi de 7,01 g/planta, obtida com nível equivalente a 30 g de Zn/ha de MIQL 2711/87, sendo este nível de adubação superior em 31,77% ao nível zero. O cv. 'FT 398' foi o que apresentou melhores respostas a aplicação de zinco, podendo-se dizer que este cultivar é sensível a adubação com este micronutriente. Para o cv. 'FT 120' o nível equivalente a 30 g de Zn/ha de MIQL 2711/87 foi o que evidenciou maior rendimento (5,56 g/pl.), com ganho de 13,00% em relação ao nível zero (4,92 g/pl.), verifica-se uma tendência de maior rendimento do cv. 'IAPAR 20' nos níveis equivalentes a 20 e 30 g de Zn/ha de MIQL 2711/87, apresentando ganho de 4,79 e 3,72%, respectivamente. Este cultivar não mostrou resultado significativo a aplicação de zinco, podendo-se dizer que não respondeu a adubação com este micronutriente, neste solo.

Estes efeitos positivos no rendimento de feijão concordam com resultados obtidos por MIYASAKA et alii<sup>65-8,70-1</sup> e MIYASAKA & MASCARENHAS<sup>69</sup>. Por outro lado, o incremento na produção de grãos obtido com a adubação com zinco em tratamento de sementes, forma orgânica, foi superior a colocada no solo, com a forma inorgânica, discordando dos resul-

FIGURA 4 - RENDIMENTO DE GRÃOS POR PLANTA PARA OS CULTIVARES 'FT 398', 'FT 120' E 'IAPAR 20' EM EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO, UFPR, CURITIBA, PR, 1988.



tados obtidos por BULISANI et alii<sup>14</sup> e RASMUSSEN & BOAWN<sup>88</sup>. Os resultados deste experimento discordam também dos obtidos por BAUMGARTNER<sup>9</sup>; BUZETTI et alii<sup>17</sup>; GALRÃO & MESQUITA Fº<sup>32</sup>; OLIVEIRA et alii<sup>79</sup>; PEREIRA et alii<sup>83</sup>; RITCHEY et alii<sup>89</sup>, utilizando o sulfato de zinco para diversas culturas.

A altura de plantas dos cvs. 'FT 398' e 'FT 120' apresentaram maior desenvolvimento com níveis de 9 e 6 kg de Zn/ha na forma de sulfato de zinco, porém, o maior crescimento vegetativo das plantas não esteve associado a maior rendimento, concordando com resultados de URQUIAGA CABALLERO et alii<sup>104</sup>.

O cv. 'FT 398', no tratamento com 30 g de Zn/ha, forma orgânica, teve rendimento de grãos por planta superior em 26 e 20%, respectivamente, em relação aos cvs. 'FT 120' e 'IAPAR 20'.

Na Tabela 10 encontram-se as equações de regressão de rendimento por planta em relação ao número de vagens por planta, número de sementes por vagem e peso de 100 sementes. Foram encontrados coeficientes de determinação altamente significativos para todos os cultivares, com exceção da equação para o cv. 'IAPAR 20', na forma inorgânica. Isto significa que a maioria das equações ajustadas representou bem a relação entre o rendimento e seus componentes.

#### 4.1.5 Teor de Zinco nas Folhas

Os efeitos dos tratamentos com zinco sobre os teores deste micronutriente nas folhas dos feijoeiros, dos três cultivares, encontram-se na Tabela 11.

TABELA 10. EQUAÇÕES DE REGRESSÃO PARA RENDIMENTO POR PLANTA E COMPONENTES DO RENDIMENTO, PARA ZINCO NAS FORMAS INORGÂNICA E ORGÂNICA PARA OS TRÊS CULTIVARES DE FEIJÃO, EM EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO, UFPR, CURITIBA, PR, 1988.

Cultivar	Forma de Zinco	Equações de Regressão $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3$	Coefficiente de Correlação R**	Coefficiente de Determinação R <sup>2</sup> **
'FT 398'	Inorgânica	$y = -11,338 + 0,796 x_1 + 1,102 x_2 + 0,363 x_3$	0,98	0,96
	Orgânica	$y = -11,425 + 0,818 x_1 + 1,272 x_2 + 0,298 x_3$	0,99	0,99
'FT 120'	Inorgânica	$y = -10,523 + 0,679 x_1 + 1,109 x_2 + 0,364 x_3$	0,99	0,98
	Orgânica	$y = -7,871 + 0,652 x_1 + 1,152 x_2 + 0,194 x_3$	0,99	0,98
'IAPAR 20'	Inorgânica	$y = 8,282 - 0,110 x_1 + 0,640 x_2 - 0,346 x_3$	ns	ns
	Orgânica	$y = -10,674 + 0,752 x_1 + 1,338 x_2 + 0,255 x_3$	0,97	0,94

\*\* Todos os valores são significativos ao nível de 1%

y = Rendimento (g/planta)

x<sub>1</sub> = Número de vagem por planta

x<sub>2</sub> = Número de semente por vagem

x<sub>3</sub> = Peso de 100 sementes

TABELA 11. TEOR DE ZINCO, EM ppm, NAS FOLHAS DE TRÊS CULTIVARES DE FEIJÃO EM EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO, UFPR, CURITIBA, PR, 1988\*

Cultivar	Forma de Zinco	Níveis				Média
		1	2	3	4	
'FT 398'	Inorgânica	32,00 <sup>A</sup> <sub>b</sub>	33,33 <sup>A</sup> <sub>ab</sub>	39,67 <sup>A</sup> <sub>ab</sub>	41,71 <sup>A</sup> <sub>a</sub>	36,67
	Orgânica	33,17 <sup>A</sup> <sub>a</sub>	35,67 <sup>A</sup> <sub>a</sub>	30,00 <sup>B</sup> <sub>a</sub>	29,17 <sup>B</sup> <sub>a</sub>	32,00
	Média	32,58	34,50	34,83	35,42	34,33
'FT 120'	Inorgânica	29,50 <sup>A</sup> <sub>b</sub>	42,00 <sup>A</sup> <sub>a</sub>	40,17 <sup>A</sup> <sub>a</sub>	44,33 <sup>A</sup> <sub>a</sub>	39,00
	Orgânica	28,67 <sup>A</sup> <sub>a</sub>	30,17 <sup>B</sup> <sub>a</sub>	29,50 <sup>B</sup> <sub>a</sub>	29,50 <sup>B</sup> <sub>a</sub>	29,46
	Média	29,08	36,08	34,83	36,91	34,23
'IAPAR 20'	Inorgânica	23,00 <sup>A</sup> <sub>b</sub>	23,67 <sup>A</sup> <sub>b</sub>	28,83 <sup>A</sup> <sub>ab</sub>	36,33 <sup>A</sup> <sub>a</sub>	27,96
	Orgânica	22,00 <sup>A</sup> <sub>a</sub>	19,83 <sup>A</sup> <sub>a</sub>	21,00 <sup>B</sup> <sub>a</sub>	22,00 <sup>B</sup> <sub>a</sub>	21,21
	Média	22,50	21,75	24,91	29,16	24,58

\* As médias seguidas da mesma letra maiúscula na vertical, e minúscula na horizontal, não diferem significativamente, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para cada cultivar.



Verifica-se que os níveis crescentes da forma inorgânica proporcionaram aumentos significativos no teor de zinco das folhas dos feijoeiros nos três cultivares. Verifica-se, também, que o zinco fornecido na forma orgânica não permitiu notar aumentos significativos do teor deste micro-nutriente nas folhas dos feijoeiros.

Os teores encontrados situam-se entre os níveis normais (FLOR<sup>29</sup>, HOWELER<sup>39</sup>, TRANI et alii<sup>101</sup>, WILCOX & FAGERIA<sup>112</sup>).

#### 4.2 EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO - RESIDUAL

Na Tabela 12 encontram-se os resultados das análises de variância dos dados obtidos. Verifica-se que houve influência altamente significativa dos níveis de zinco sobre o número de vagens por planta e rendimento por planta para o cv. 'FT 120', e significativa para o número de vagens por planta para o cv. 'FT 398'. Houve, também, influência altamente significativa da interação entre formas e níveis de zinco sobre a altura de plantas aos 45 DAE.

Quanto aos teores de Zn total e Zn disponível no solo verifica-se que houve influência altamente significativa das formas para os três cultivares e dos níveis também, exceção feita ao Zn total para o cv. 'FT 120'. Já a interação entre formas e níveis teve influência similar apenas para o cv. 'IAPAR 20', observando-se que para os outros dois cultivares apenas para o Zn disponível é que a influência foi altamente significativa.

Finalmente, quanto ao Zn nas folhas, houve influência

TABELA 12. ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS DADOS OBTIDOS NO EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO - RESIDUAL, PARA OS TRÊS CULTIVARES DE FEIJÃO, UFPR, CURITIBA, PR, 1988/89

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios								
		Altura de plantas aos 45 DAE	Altura de plantas na colheita(CM)	Numero vagens/planta	Numero Sementes/planta	Peso de 100 sementes (g)	Rendimento/planta	Zn no Solo (ppm)		Zn nas folhas (ppm)
Total										
Disponível										
(ppm)										
'FT 398'										
Forma	1	0	0,01	1,00	0,20	3,65	2,43	1751,04**	1,32**	822,51**
Níveis	3	8,89	5,65	1,69*	0,09	2,63	0,63	192,70**	0,26**	27,81*
Forma x níveis	3	77,88**	9,05	0,06	0,11	6,73	0,15	67,70	0,14**	148,45**
Erro	16	5,41	8,70	0,41	0,12	2,67	0,34	35,41	6,25 x 10 <sup>-4</sup>	6,20
CV (%)		8,50	7,42	10,85	9,20	7,39	12,42	10,39	4,56	7,11
'FT 120'										
Forma	1	1,81	11,34	0,48	0,11	0,00	0,42	570,37**	0,25**	1093,50**
Níveis	3	0,04	5,92	4,99**	0,06	6,66	5,04**	38,15	0,03**	104,29**
Forma x níveis	3	1,58	31,88	0,31	0,07	1,65	0,74	67,59	0,02**	125,13**
Erro	16	2,13	16,37	0,57	0,11	2,59	0,69	40,58	2,5 x 10 <sup>-4</sup>	3,66
CV (%)		8,68	11,11	13,00	8,05	7,17	15,83	12,56	3,02	5,90
'IAPAR 20'										
Forma	1	5,60	60,80	0,04	0,01	0,24	0,00	828,37**	1,03**	408,37**
Níveis	3	4,98	44,00	0,58	0,05	4,27	0,15	112,37**	0,18**	63,69**
Forma x níveis	3	2,20	2,21	0,64	0,08	1,07	0,13	161,59**	0,12**	22,73**
Erro	16	1,75	25,07	0,54	0,03	0,77	0,61	24,04	1,12 x 10 <sup>-3</sup>	3,99
CV (%)		,94	11,38	10,17	4,92	4,14	13,71	10,01	6,29	6,89

altamente significativa das formas e da interação entre formas e níveis para os três cultivares, dos níveis para os cultivares 'FT 120' e 'IAPAR 20', e significativa dos níveis para o cv. 'FT 398'.

Nas Tabelas 13, 14, 15, 16, 17 e 18 são apresentados os coeficientes de correlação e a probabilidade de correlação entre as variáveis avaliadas para os três cultivares.

Na Tabela 13 estão os coeficientes de correlação entre o zinco residual fornecido na forma inorgânica e as demais variáveis, para o cv. 'FT 398'. Verifica-se que a correlação do número de vagens por planta com o rendimento por planta e com o teor de zinco disponível no solo foi altamente significativa, e com o peso de 100 sementes e o teor de zinco nas folhas foi significativa. O peso de 100 sementes teve correlação altamente significativa com o rendimento por planta, correlacionou-se significativamente de forma positiva com os teores de zinco total e disponível no solo, e de forma negativa com altura de plantas na colheita. O rendimento por planta além das correlações mencionadas, correlacionou-se significativamente com os teores de zinco total e disponível no solo. O zinco total no solo teve correlação altamente significativa com o zinco disponível no solo e com o zinco residual e correlacionou-se significativamente com o teor de zinco nas folhas. O teor de zinco disponível no solo teve correlação altamente significativa com o zinco residual e com o teor de zinco nas folhas, observando-se nítida influência dos níveis de zinco. O nível de zinco residual teve correlação significativa com o número de vagens, número de sementes por vagem, peso de

TABELA 13. COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE Zn RESIDUAL INORGÂNICO, ALTURA DE PLANTAS AOS 45 DAE, ALTURA DE PLANTAS NA COLHEITA, NÚMERO DE VAGENS/PLANTA, NÚMERO DE SEMENTES/VAGEM, PESO DE 100 SEMENTES, RENDIMENTO/PLANTA, Zn TOTAL, Zn DISPONÍVEL NO SOLO E Zn NAS FOLHAS PARA O cv. 'FT 398' EM EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO RESIDUAL, UFPR, CURITIBA, 1988/89

	Altura de Plantas aos 45 DAE	Altura de plantas na colheita	Número de vagens/ planta	Número de Sementes/ Vagem	Peso de 100 Se- mentes	Rendí- mento/ planta	Zn total	Zn dispo- nível	Zn nas folhas
Zn residual									
Inorgânico	-0,32 ns	0,25 ns	0,65 *	-0,21 ns	0,59 *	0,56*	0,80**	0,98**	0,79**
Altura de Plan- tas aos 45 DAE		0,40 ns	-0,16 ns	-0,01 ns	-0,51 *	-0,35 ns	-0,48 ns	-0,43 ns	0,09 ns
Altura de Plan- tas na Colheita			0,06 ns	0,21 ns	-0,14 ns	0,08 ns	-0,02 ns	0,25 ns	0,29 ns
Número de Va- gens/Planta				-0,24 ns	0,54 *	0,78**	0,47 ns	0,66 **	0,55 *
Número de Se- mentes/Vagem					-0,11 ns	0,28 ns	-0,10 ns	-0,17 ns	-0,19 ns
Peso de 100 Se- mentes						0,74 **	0,64*	0,61*	0,24 ns
Rendimento/Plan- ta							0,52 *	0,59 *	0,35 ns
Zn total								0,84 **	0,53 *
Zn disponível									0,71 **

\* Coeficiente de correlação significativo a 5% de probabilidade

\*\* Coeficiente de correlação significativo a 1% de probabilidade

ns Coeficiente de correlação não significativo.

100 sementes e rendimento por planta.

Na Tabela 14 encontram-se os coeficientes de correlação entre o zinco residual fornecido na forma orgânica e as demais variáveis, para o cv. 'FT 398'. Verifica-se que a altura de plantas aos 45 DAE teve correlação significativa e positiva com a altura de plantas na colheita e negativa com o número de sementes por vagem. O número de vagens por planta teve correlação significativa com o zinco residual, com o teor de zinco disponível no solo e com o rendimento por planta. O teor de zinco nas folhas teve correlação altamente significativa e negativa com o número de vagens por planta, rendimento por planta, teor de zinco disponível no solo e zinco residual. O teor de zinco disponível no solo teve correlação altamente significativa com o zinco residual.

Na Tabela 15 encontram-se os coeficientes de correlação entre o zinco residual fornecido na forma inorgânica e as demais variáveis, para o cv. 'FT 120'. Verifica-se que o número de vagens por planta teve correlação altamente significativa com o peso de 100 sementes e o rendimento por planta, teve correlação significativa e positiva com o teor de zinco disponível no solo e negativa com a altura de plantas aos 45 DAE. O peso de 100 sementes teve correlação altamente significativa com o rendimento por planta. O teor de zinco disponível no solo e o teor de zinco nas folhas correlacionaram-se entre si e com o zinco residual de forma altamente significativa.

Na Tabela 16 encontram-se os coeficientes de correlação entre zinco residual fornecido na forma orgânica e

TABELA 14 - COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE Zn RESIDUAL ORGÂNICO, ALTURA DE PLANTAS AOS 45 DAE, ALTURA DE PLANTAS NA COLHEITA, NÚMERO DE VAGENS/PLANTAS, NÚMERO DE SEMENTES/VAGENS, PESO DE 100 SEMENTES, RENDIMENTO/PLANTA, Zn TOTAL, Zn DISPONÍVEL NO SOLO E Zn NAS FOLHAS DO cv. 'FT 398' EM EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO, RESIDUAL, URPR, CURITIBA, PR, 1988/89

	Altura de Plantas aos 45 DAE	Altura de plantas na colheita	Número de vagens/planta	Número de Sementes/Vagem	Peso de 100 Sementes	Rendimento/planta	Zn total	Zn disponível	Zn nas folhas
Zn residual Orgânico	0,17 ns	0,06 ns	0,63 *	-0,23 ns	-0,26 ns	0,35 ns	0,29 ns	0,76 **	-0,78**
Altura de Plantas aos 45 DAE		0,60*	0,41 ns	-0,57*	0,20 ns	0,12 ns	0,15 ns	0,45 ns	-0,14 ns
Altura de Plantas na Colheita			0,37 ns	0,02 ns	-0,06 ns	0,38 ns	0,16 ns	0,47 ns	-0,19 ns
Número de Vagens/Planta				-0,37 ns	-0,39 ns	0,59 *	-0,00 ns	0,50 *	-0,74 **
Número de Sementes/Vagem					-0,19 ns	0,27 ns	-0,04 ns	-0,18 ns	0,33 ns
Peso de 100 Sementes						0,07 ns	0,00 ns	-0,28 ns	-0,02 ns
Rendimento/Planta							0,00 ns	0,29 ns	-0,60 *
Zn total								0,16 ns	-0,05 ns
Zn disponível									-0,62*

\* Coeficiente de correlação (r) significativo a 5% de probabilidade

\*\* Coeficiente de correlação (r) significativo a 1% de probabilidade

ns Coeficiente de correlação (r) não significativo

TABELA 15. COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE Zn RESIDUAL INORGÂNICO, ALTURA DE PLANTAS AOS 45 DAE, ALTURA DE PLANTAS NA COLHEITA, NÚMERO DE VAGENS/PLANTA, NÚMERO DE SEMENTES/VAGEM, PESO DE 100 SEMENTES, RENDIMENTO/PLANTA, Zn NO SOLO TOTAL, Zn NO SOLO DISPONÍVEL E Zn NAS FOLHAS PARA O cv. 'FT 120', EM EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO, RESIDUAL, UFPR, CURITIBA, PR, 1988/89.

	Altura de Plantas aos 45 DAE	Altura de plantas na colheita	Número de vagens/planta	Número de Sementes/Vagem	Peso de 100 Sementes	Rendimento/planta	Zn total	Zn disponível	Zn nas folhas
Zn residual Inorgânico	-0,22 ns	-0,08 ns	0,47 ns	-0,06 ns	0,23 ns	0,42 ns	0,40 ns	0,99**	0,88**
Altura de Plantas aos 45 DAE		0,08 ns	-0,50 *	0,08 ns	-0,29 ns	-0,47 ns	0,20 ns	-0,19 ns	-0,02ns
Altura de Plantas na Colheita			-0,00 ns	0,14 ns	-0,03 ns	-0,11 ns	-0,06 ns	-0,17 ns	0,10 ns
Número de Vagens/Planta				-0,14 ns	0,77 **	0,94 **	-0,06 ns	0,53 *	0,19 ns
Número de Sementes/Vagem					0,02 ns	0,01 ns	0,22 ns	0,06 ns	0,03 ns
Peso de 100 Sementes						0,85**	-0,09 ns	0,33 ns	-0,08 ns
Rendimento/Planta							0,02 ns	0,50 ns	0,17 ns
Zn total								0,37 ns	0,43 ns
Zn disponível									0,83**

\* Coeficiente de correlação (r) significativo a 5% de probabilidade

\*\* Coeficiente de correlação (r) significativo a 1% de probabilidade

ns Coeficiente de correlação (r) não significativo

TABELA 16. COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE Zn RESIDUAL ORGÂNICO, ALTURA DE PLANTAS AOS 45 DAE, ALTURA DE PLANTAS NA COLHEITA, NÚMERO DE VAGEM/PLANTA, NÚMERO DE SEMENTES/VAGEM, PESO DE 100 SEMENTES, RENDIMENTO/PLANTA, Zn TOTAL, Zn DISPONÍVEL NO SOLO E Zn NAS FOLHAS DO cv. 'FT 120', EM EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO RESIDUAL, UFPR, CURITIBA, PR, 1988/89.

	Altura de Plantas aos 45 DAE	Altura de plantas na colheita	Número de vagens/planta	Número de Sementes/Vagem	Peso de 100 Sementes	Rendimento/planta	Zn total	Zn disponível	Zn nas folhas
Zn residual Orgânico	0,09 ns	0,16 ns	0,74 **	0,51 *	0,48 ns	0,69 **	-0,24 ns	0,61 *	-0,04 ns
Altura de Plantas aos 45 DAE		0,29 ns	0,15 ns	-0,07 ns	0,09 ns	0,14 ns	-0,47 ns	0,60 *	-0,14 ns
Altura de Plantas na Colheita			-0,05 ns	0,58 *	0,23 ns	0,11 ns	0,24 ns	0,08 ns	0,28 ns
Número de Vagens/Planta				0,31 ns	0,79 **	0,92 **	-0,50 *	0,76**	-0,15 ns
Número de Sementes/Vagem					0,29 ns	0,52 *	0,21 ns	0,03 ns	0,29 ns
Peso de 100 Sementes						0,84 **	-0,55 *	0,51*	0,09 ns
Rendimento/Planta							-0,46 ns	0,66**	0,03 ns
Zn total								-0,45 ns	0,19 ns
Zn disponível									-0,10 ns

\* Coeficiente de correlação (r) significativo a 5% de probabilidade

\*\* Coeficiente de correlação (r) significativo a 1% de probabilidade

ns Coeficiente de correlação (r) não significativo



e as demais variáveis, para o cv. 'FT 120'. Verifica-se que o número de vagens por planta apresentou correlação altamente significativa com o peso de 100 sementes, com o rendimento por planta, teor de zinco disponível no solo e zinco residual, e teve correlação significativa e negativa com o teor de zinco total no solo. O número de sementes por vagem teve correlação significativa com altura de plantas na colheita, rendimento por planta e altamente significativa com o zinco residual. O peso de 100 sementes teve correlação altamente significativa com o rendimento por planta e significativa e positiva com o teor de zinco disponível, e negativa com o zinco total. O rendimento por planta teve correlação altamente significativa com o zinco residual e o zinco disponível apenas significativa.

Na Tabela 17 encontram-se os coeficientes de correlação entre o zinco residual fornecido na forma inorgânica e as demais variáveis, para o cv. 'IAPAR 20'. Verifica-se que o peso de 100 sementes teve correlação significativa com: altura de plantas na colheita, número de sementes por vagem e rendimento por planta, e o rendimento por planta teve correlação altamente significativa com o número de vagens por planta. O zinco total teve correlação altamente significativa com o zinco disponível, zinco residual e teor de zinco nas folhas. O teor de zinco disponível teve correlação altamente significativa com zinco residual e teor de zinco nas folhas, e este último teve correlação altamente significativa com o zinco residual. Desse modo, pode-se dizer que há grande relação entre os teores de zinco no solo e nas folhas com o zinco residual do primeiro experimento

TABELA 17. COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE Zn RESIDUAL INORGÂNICO, ALTURA DE PLANTAS AOS 45 DAE, ALTURA DE PLANTAS NA COLHEITA, NÚMERO DE VAGEM/PLANTA, NÚMERO DE SEMENTES/VAGEM, PESO DE 100 SEMENTES, RENDIMENTO/PLANTA, Zn TOTAL, Zn DISPONÍVEL NO SOLO E Zn NAS FOLHAS DO cv. 'IAPAR 20' EM EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO RESIDUAL, UFPR, CURITIBA, PR, 1988/89

	Altura de Plantas aos 45 DAE	Altura de plantas na colheita	Número de vagens/planta	Número de Sementes/Vagem	Peso de 100 Sementes	Rendimento/planta	Zn total	Zn disponível	Zn nas folhas
Zn residual Inorgânico	0,41 ns	-0,08 ns	-0,05 ns	-0,26 ns	-0,14 ns	-0,23 ns	0,79 **	0,98 **	0,83 **
Altura de Plantas aos 45 DAE		0,29 ns	-0,30 ns	-0,19 ns	-0,21 ns	-0,28 ns	0,45 ns	0,43 ns	0,38 ns
Altura de Plantas na Colheita			-0,10 ns	0,46 ns	0,64 *	0,24 ns	0,25 ns	0,00 ns	-0,07 ns
Número de Vagens/Planta				-0,12 ns	0,10 ns	0,83**	0,04 ns	-0,16 ns	0,01 ns
Número de Sementes/Vagem					0,51 *	0,36 ns	-0,32 ns	-0,18 ns	-0,43 ns
Peso de 100 Sementes						0,50 *	0,02 ns	-0,08 ns	-0,29 ns
Rendimento/Planta							-0,15 ns	-0,30 ns	-0,29 ns
Zn total								0,83**	0,73 **
Zn disponível									0,83 **

\* Coeficiente de correlação (r) significativo a 5% de probabilidade.

\*\* Coeficiente de correlação (r) significativo a 1% de probabilidade.

ns Coeficiente de correlação (r) não significativo.

em casa-de-vegetação.

Na Tabela 18 encontram-se os coeficientes de correlação entre o zinco residual fornecido na forma orgânica e as demais variáveis, para o cv. 'IAPAR 20'. Verifica-se que a altura de plantas aos 45 DAE teve correlação significativa e positiva com a altura de plantas na colheita e negativa com o número de sementes por vagem. O número de vagens por planta correlacionou-se significativamente com o zinco residual e teve correlação altamente significativa com o rendimento por planta. O peso de 100 sementes teve correlação significativa e negativa com o zinco residual e com o teor de zinco nas folhas. O teor de zinco disponível teve correlação significativa com o zinco residual e com o teor de zinco nas folhas. Este correlacionou-se significativamente com o zinco residual.

#### 4.2.1 Altura de Plantas aos 45 Dias após a Emergência (DAE)

Os efeitos do zinco sobre a altura de plantas aos 45 DAE, para o cv. 'FT 398' encontram-se na Figura 5. Destaca-se que para a forma orgânica a maior altura ocorreu no tratamento com o maior nível de zinco e situação inversa observa-se para a forma inorgânica. Isto pode ser explicado pelo fato de no primeiro experimento, justamente para os tratamentos equivalentes, ter se observado o inverso, ou seja, as plantas mais altas, portanto com maior necessidade de nutrientes, podendo ter diminuído as reservas de zinco para o residual.

#### 4.2.2 Número de Vagens por Planta

TABELA 18. COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE Zn RESIDUAL ORGÂNICO, ALTURA DE PLANTAS AOS 45 DAE, ALTURA DE PLANTAS NA COLHEITA, NÚMERO DE VAGENS/PLANTA, NÚMERO DE SEMENTES/VAGEM, PESO DE 100 SEMENTES, RENDIMENTO/PLANTA, Zn TOTAL, Zn DISPONÍVEL NO SOLO DO cv. 'IAPAR 20' EM EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO RESIDUAL, UFPR, CURITIBA, PR, 1988/89

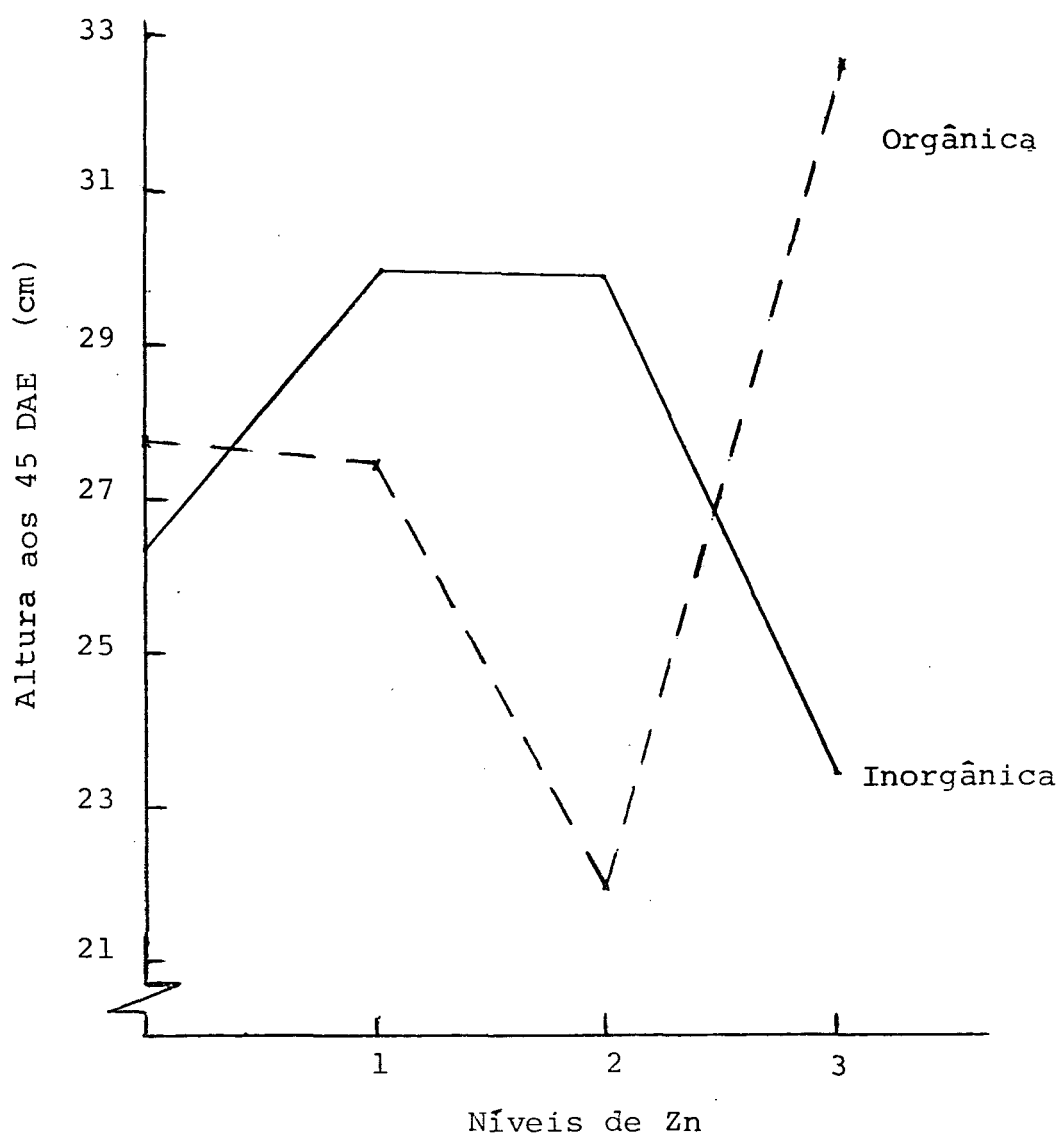
	Altura de Plantas aos 45 DAE	Altura de plantas na colheita	Número de vagens/planta	Número de Sementes/Vagem	Peso de 100 Sementes	Rendimento/planta	Zn total	Zn disponível	Zn nas folhas
Zn residual Orgânico	0,30 ns	0,04 ns	0,54 *	-0,40 ns	-0,56 *	0,00 ns	-0,37 ns	0,61*	0,61*
Altura de Plantas aos 45 DAE		0,58 *	0,28 ns	-0,56 *	0,16 ns	0,11 ns	-0,02 ns	0,21 ns	0,09 ns
Altura de Plantas na Colheita			0,40 ns	-0,01 ns	0,16 ns	0,47 ns	-0,08 ns	0,00 ns	0,11 ns
Número de Vagens/Planta				0,19 ns	-0,28 ns	0,77 **	-0,31 ns	0,29 ns	0,36 ns
Número de Sementes/Vagem					-0,06 ns	0,42 ns	0,16 ns	-0,36 ns	-0,00 ns
Peso de 100 Sementes						0,29 ns	0,14 ns	-0,26 ns	-0,60 *
Rendimento/Planta							-0,24 ns	-0,02 ns	-0,01 ns
Zn Total								0,32 ns	-0,09 ns
Zn Disponível									0,60*

\* Coeficiente de correlação (r) significativo a 5% de probabilidade.

\*\* Coeficiente de correlação (r) significativo a 1% de probabilidade.

ns Coeficiente de correlação (r) não significativo.

FIGURA 5. EFEITOS DE FORMAS E NÍVEIS DE ZINCO SOBRE A ALTURA DE PLANTAS AOS 45 DIAS APÓS A EMERGÊNCIA PARA O cv. 'FT 398', EM EXPERIMENTO RESIDUAL EM CASA-DE-VEGETAÇÃO, UFPR, CURITIBA, PR, 1988/89



Os efeitos do zinco sobre o número de vagens por planta dos três cultivares de feijão estão na Figura 6. Verifica-se que o nível residual equivalente a 40g de Zn/ha, na forma orgânica, foram obtidas as melhores médias do número de vagens por planta para os três cultivares e para a forma de zinco inorgânica foi o residual equivalente a 9 kg de Zn/ha para os cvs. 'FT 398' e 'FT 120', porém com médias inferiores ao zinco na forma orgânica.

#### 4.2.3 Rendimento de Grãos por Planta

Os efeitos do zinco sobre o rendimento de grãos por planta dos três cultivares de feijão encontram-se na Figura 7. Verifica-se que para o tratamento residual equivalente a 40 g de Zn/ha, na forma orgânica foi obtida a melhor produção de grãos para o cv. 'FT 120', com resultados significativamente distintos, já para o cv. 'FT 398' observou-se apenas uma tendência similar de comportamento.

O cv. 'IAPAR 20' foi o que apresentou maior rendimento médio por planta a despeito de os dados não terem permitido quaisquer inferências.

Com o auxílio da análise de regressão testou-se o modelo linear múltiplo para o rendimento (número de vagens por planta, número de sementes por vagem e peso de 100 sementes) obtendo-se equações de regressão com coeficientes de determinação altamente significativos para o zinco residual na forma inorgânica e orgânica. Estas equações encontram-se na Tabela 19. Pode-se dizer que o número de vagens por planta, número de sementes por vagem e peso de 100 sementes foram bons indicadores do rendimento por plan

FIGURA 6 - EFEITOS DE FORMAS E NÍVEIS DE ZINCO SOBRE O NÚMERO DE VAGENS POR PLANTA DOS CULTIVARES 'FT 398' , 'FT 120' E 'IAPAR 20' EM EXPERIMENTO RESIDUAL EM CASA-DE-VEGETAÇÃO, UFPR, CURITIBA, PR, 1988/89

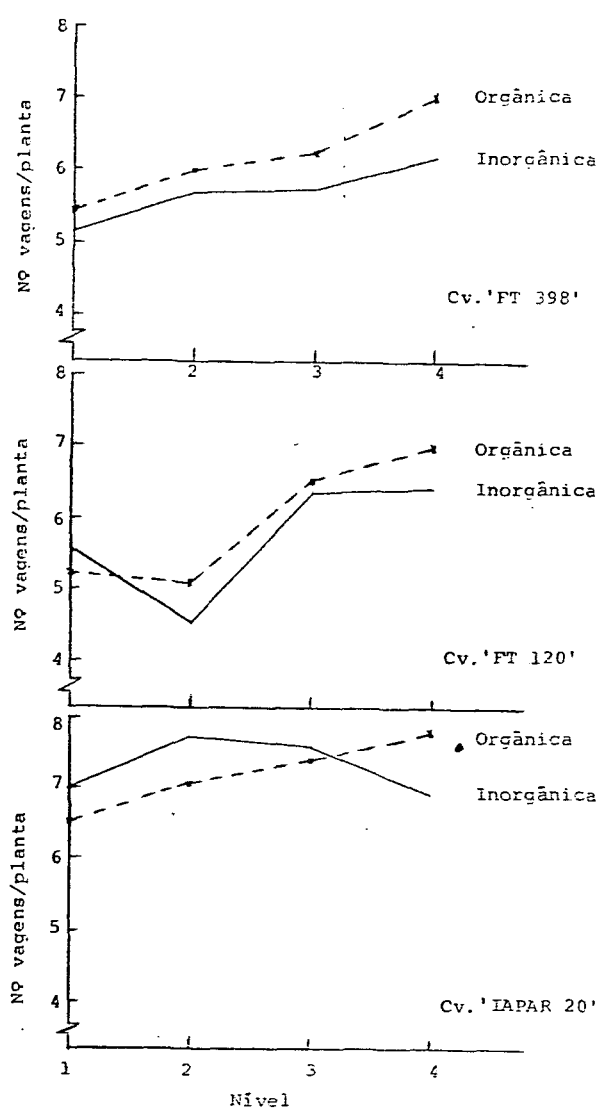


FIGURA 7 - EFEITOS DE FORMAS E NÍVEIS DE ZINCO SOBRE O RENDIMENTO POR PLANTA DOS CULTIVARES 'FT 398', 'FT 120' E 'IAPAR 20' EM EXPERIMENTO RESIDUAL EM CASA-DE-VEGETAÇÃO, UFPR, CURITIBA, PR, 1988/89

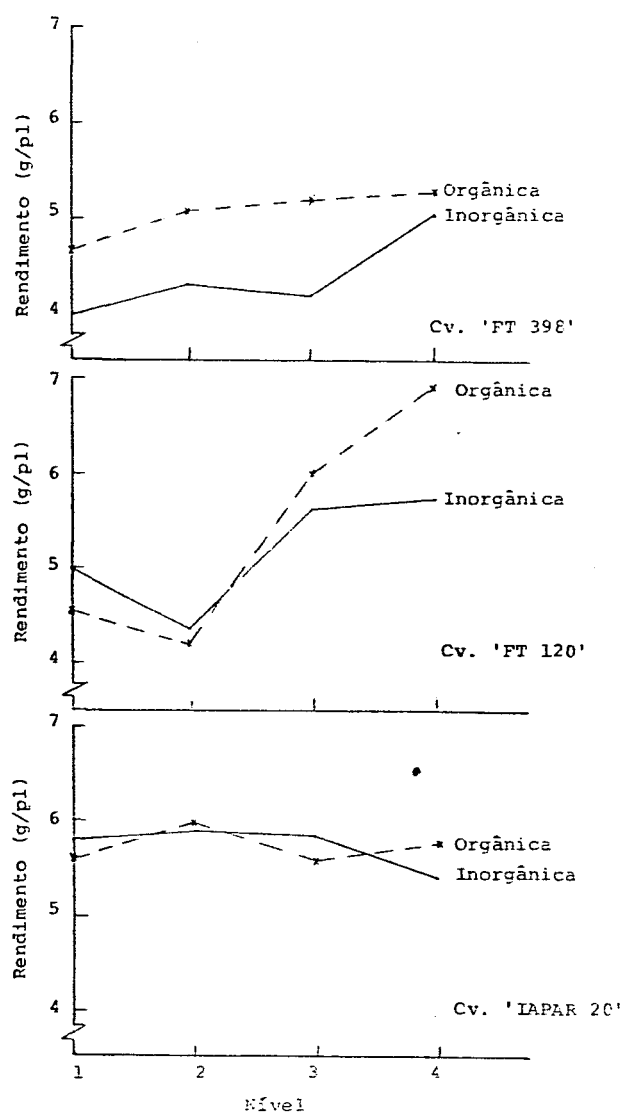




TABELA 19. EQUAÇÕES DE REGRESSÃO PARA RENDIMENTO POR PLANTA E COMPONENTES DO RENDIMENTO, PARA ZINCO FORNECIDO NAS FORMAS INORGÂNICA E ORGÂNICA, PARA OS TRÊS CULTIVARES DE FEIJÃO, EM EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO - RESIDUAL, UFPR, CURITIBA, PR, 1988/89

Cultivar	Forma de Zinco	Equações de Regressão $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3$	Coefficiente de Correlação R**	Coefficiente de Determinação R <sup>2</sup> **
'FT 398'	Inorgânica	$y = -6,063 + 0,705 x_1 + 0,858 x_2 + 0,148 x_3$	0,99	0,98
	Orgânica	$y = -10,775 + 0,794 x_1 + 1,484 x_2 + 0,229 x_3$	0,99	0,99
'FT 120'	Inorgânica	$y = -3,821 + 0,632 x_1 + 0,412 x_2 + 0,164 x_3$	0,96	0,93
	Orgânica	$y = -7,112 + 0,814 x_1 + 0,847 x_2 + 0,179 x_3$	0,97	0,94
'IAPAR 20'	Inorgânica	$y = -9,691 + 0,954 x_1 + 1,329 x_2 + 0,149 x_3$	0,98	0,96
	Orgânica	$y = -9,561 + 0,696 x_1 + 0,823 x_2 + 0,328 x_3$	0,97	0,95

\*\* Todos os valores são significativos ao nível de 1%.

y = Rendimento (g/planta)

x<sub>1</sub> = Número de vagem por planta

x<sub>2</sub> = Número de sementes por vagem

x<sub>3</sub> = Peso de 100 sementes

ta, sendo semelhante aos resultados encontrados por RONZELLI JÚNIOR<sup>91</sup>; DUARTE & ADAMS<sup>23</sup>.

#### 4.2.4 Teores de Zinco no Solo

Nas Tabelas 20 e 21 encontram-se os resultados das análises químicas do solo feitas depois da colheita dos feijoeiros do primeiro experimento em casa-de-vegetação, para teores de zinco total e disponível no solo, respectivamente.

Os efeitos do zinco na forma inorgânica, foram significativos para os três cultivares.

Os teores totais de zinco no solo estudado variaram de 40 a 78 ppm. Estes teores estão dentro da média encontrada por SANTOS F<sup>93</sup>, para Cambissolo. Verifica-se por meio da Tabela 20 que o maior nível de sulfato de zinco for necido promoveu aumentos médios de 10 ppm de zinco total no solo para o cv. 'FT 120' até 22 ppm para os cvs. 'FT 398' e 'IAPAR 20'. Enquanto que o zinco aplicado em tratamento de sementes não alterou os teores totais de zinco no solo.

Verifica-se pela Tabela 21 que o efeito do zinco na forma inorgânica foi maior que o da orgânica sobre os teores de zinco disponível no solo. Observa-se maior disponibilidade de zinco proporcional e significativa ao aumento dos níveis de zinco fornecidos ao solo na forma inorgânica, o que comprova a influência da adubação com zinco neste solo, e o efeito do zinco na forma orgânica foi significativo apenas quando comparados o maior e o menor nível.

Os teores de zinco disponível no solo extraídos com HCl 0,1 N variaram de 0,82 a 13,05 ppm e os tratamentos que

TABELA 20. TEOR DE ZINCO TOTAL NO SOLO, EM ppm, APÓS O PRIMEIRO EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO, COM OS TRÊS CULTIVARES DE FEIJÃO, MÉDIA DE TRÊS REPETIÇÕES, UFPR, CURITIBA, PR, 1988/89\*

Cultivar	Forma de Zinco	Níveis				Média
		1	2	3	4	
'FT 398'	Inorgânica	58,33 <sup>A</sup> <sub>b</sub>	63,33 <sup>A</sup> <sub>b</sub>	63,33 <sup>A</sup> <sub>b</sub>	78,33 <sup>A</sup> <sub>a</sub>	65,83
	Orgânica	45,00 <sup>B</sup> <sub>a</sub>	51,67 <sup>B</sup> <sub>a</sub>	46,67 <sup>B</sup> <sub>a</sub>	51,67 <sup>B</sup> <sub>a</sub>	48,75
	Média	51,66	57,50	55,00	65,00	57,29
'FT 120'	Inorgânica	50,00	60,00	52,33	60,00	55,58 <sup>A</sup>
	Orgânica	46,67	48,33	46,67	41,67	45,83 <sup>B</sup>
	Média	48,33	54,16	49,5	50,83	50,71
'IAPAR 20'	Inorgânica	45,00 <sup>A</sup> <sub>b</sub>	55,00 <sup>A</sup> <sub>b</sub>	52,33 <sup>A</sup> <sub>b</sub>	67,00 <sup>A</sup> <sub>a</sub>	54,83
	Orgânica	46,67 <sup>A</sup> <sub>a</sub>	42,33 <sup>B</sup> <sub>a</sub>	40,00 <sup>B</sup> <sub>a</sub>	43,33 <sup>B</sup> <sub>a</sub>	43,08
	Média	45,83	48,66	46,16	55,16	48,96

\* As médias seguidas da mesma letra maiúscula na vertical, e minúscula na horizontal, não diferem significativamente, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para cada cultivar.

TABELA 21. TEOR DE ZINCO DISPONÍVEL NO SOLO, EM ppm, APÓS O PRIMEIRO EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO, COM OS TRÊS CULTIVARES DE FEIJÃO, MÉDIA DE TRÊS REPETIÇÕES, UFPR, CURITIBA, PR, 1988/89\*

Cultivar	Forma de Zinco	Níveis				Média
		1	2	3	4	
'FT 398'	Inorgânica	<sup>A</sup> 1,27 d	<sup>A</sup> 3,98 c	<sup>A</sup> 7,55 b	<sup>A</sup> 13,05 a	6,46
	Orgânica	<sup>B</sup> 0,95 b	<sup>B</sup> 0,93 b	<sup>B</sup> 1,07 ab	<sup>B</sup> 1,30 a	1,06
	Média	1,11	2,45	4,31	7,17	3,76
'FT 120'	Inorgânica	<sup>A</sup> 1,22 d	<sup>A</sup> 3,78 c	<sup>A</sup> 7,15 b	<sup>A</sup> 10,85 a	5,75
	Orgânica	<sup>B</sup> 0,90 b	<sup>B</sup> 0,82 c	<sup>B</sup> 1,02 ab	<sup>B</sup> 1,20 a	0,98
	Média	1,06	2,30	4,08	6,08	3,37
'IAPAR 20'	Inorgânica	<sup>A</sup> 1,10 d	<sup>A</sup> 4,25 c	<sup>A</sup> 6,00 b	<sup>A</sup> 11,03 a	5,59
	Orgânica	<sup>A</sup> 0,95 b	<sup>B</sup> 1,12 ab	<sup>B</sup> 1,02 ab	<sup>B</sup> 1,40 a	1,12
	Média	1,02	2,68	3,51	6,21	3,36

\* As médias seguidas da mesma letra maiúscula na vertical, e minúscula na horizontal, não diferem significativamente, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para cada cultivar.

não receberam zinco apresentaram valores em torno de 0,90 a 1,27 ppm sem prejudicar significativamente a produção de grãos de todos os cultivares de feijão.

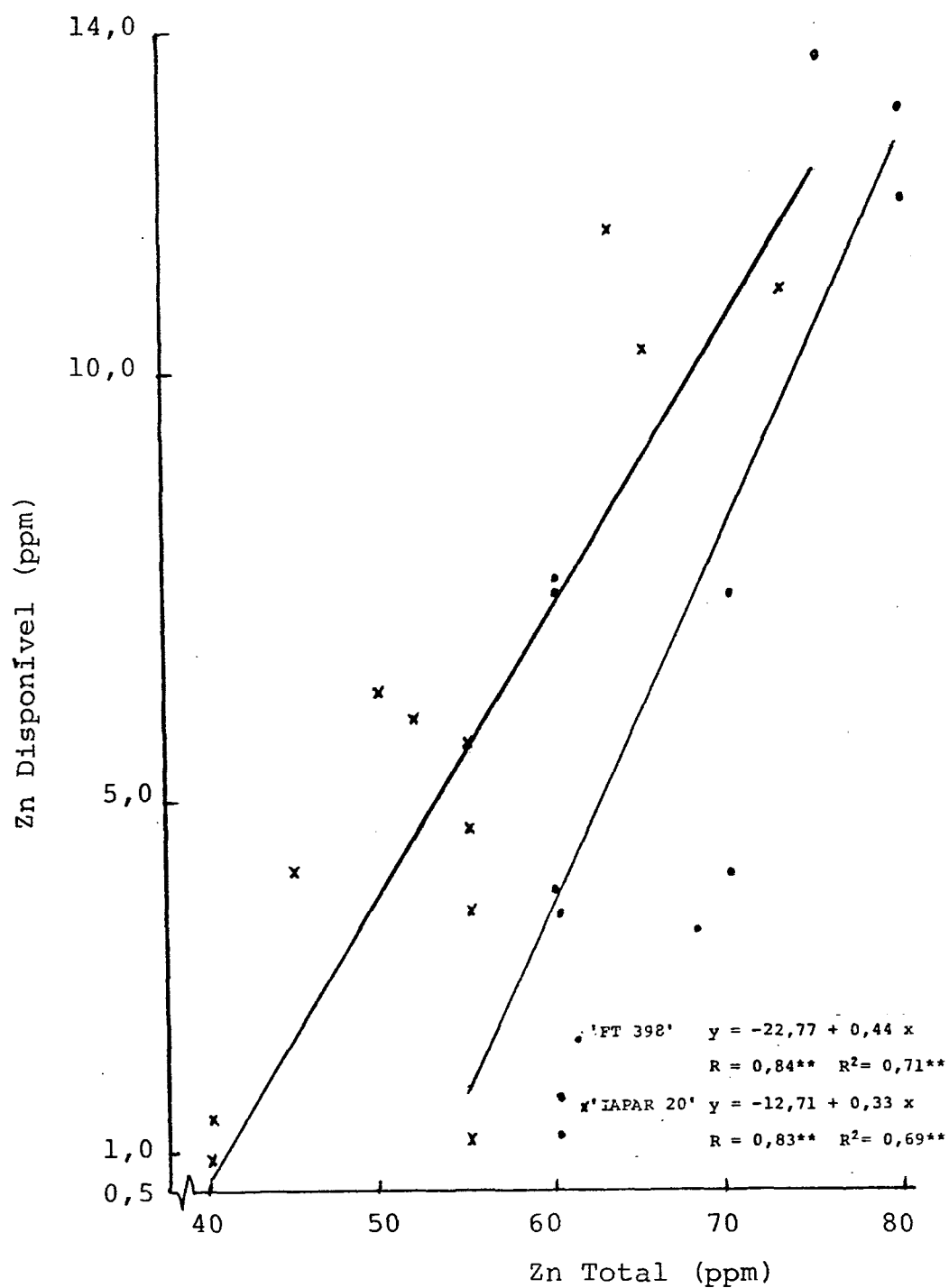
Comparando estes resultados com o da análise de solo inicial (0,5 ppm de Zn), Tabela 1 (p. 22), observa-se que houve alteração para mais e as causas desta mudança são desconhecidas. Possivelmente o aumento na quantidade de zinco disponível, esteja associado a matéria orgânica, que devido a mineralização, liberou zinco, e ainda o efeito da rizosfera e da eficiência do cultivar (DECHEN<sup>22</sup>; LOPES<sup>47</sup>, MALAVOLTA<sup>53</sup>; RITCHEY et alii<sup>89</sup>). LUCHESE<sup>49</sup> trabalhando em solos do Rio Grande do Sul, com aveia, não encontrou respostas significativas para a aplicação de zinco em condições de 0,40 ppm de zinco disponível, tendo sugerido que o nível crítico para esta cultura está abaixo deste valor, pode-se fazer inferência similar para o presente trabalho.

Na Figura 8 encontra-se a representação das equações de regressão linear entre zinco disponível e total no solo para os cvs. 'FT 398' e 'IAPAR 20', observa-se, respectivamente, que 71 e 69% dos pontos ajustam-se a reta de regressão, e os teores de zinco total e disponível apresentaram coeficiente de correlação altamente significativo entre si, e com os níveis de zinco na forma inorgânica fornecidos ao solo para estes cultivares (Tabela 13, p. 53 e 17, p. 59). Estes resultados estão de acordo com os relatados por BRASIL SOBRINHO et alii<sup>11</sup> e NAIR & METHA<sup>75</sup>).

#### 4.2.5 Teor de Zinco nas Folhas

Os efeitos da aplicação de zinco sobre o teor deste

FIGURA 8. TEORES, EM ppm, DE Zn TOTAL E DISPONÍVEL NO SOLO PARA OS CULTIVARES 'FT 398' E 'IAPAR 20' EM EXPERIMENTO RESIDUAL EM CASA-DE-VEGETAÇÃO, UFPR, CURITIBA, PR, 1988/89



micronutriente nas folhas dos três cultivares encontram-se na Tabela 22. Verifica-se que a interação formas x níveis foi altamente significativa para os três cultivares. A maior média do teor de zinco nas folhas de feijão, para os três cultivares, foi para o tratamento residual equivalente a 9 kg de Zn/ha na forma inorgânica. Observa-se maior influência residual de zinco na forma inorgânica que na orgânica. Isto pode levar a entender que o zinco em tratamento de sementes não teve efeito residual, portanto seria necessário repetir a utilização a cada novo cultivo.

Os teores de zinco nas folhas variaram de 27,0 a 45,3 ppm, para o cv. 'FT 398', de 24,0 a 45,2 ppm, para o cv. 'FT 120' e de 24,0 a 37,5 ppm para o cv. 'IAPAR 20'. Estes teores podem ser considerados como normais para a cultura do feijão (HOWELER<sup>39</sup>; MELTON<sup>59</sup>; TRANI et alii<sup>101</sup>; WILCOX & FAGERIA<sup>112</sup>).

Na Figura 9 encontram-se as equações de regressão e os coeficientes de correlação e determinação do teor de zinco nas folhas, para os três cultivares de feijão. Verifica-se que o teor de zinco nas folhas teve correlação altamente significativa com o resíduo de zinco inorgânico, e com o teor de zinco disponível. Estes resultados estão de acordo com os relatados por RITCHEY et alii<sup>89</sup> trabalhando com milho e SILVA & ANDRADE<sup>97</sup> com arroz.

#### 4.3 COMPARAÇÃO ENTRE OS EXPERIMENTOS FEITOS EM CASA-DE-VEGETAÇÃO

##### 4.3.1 Rendimento por Planta

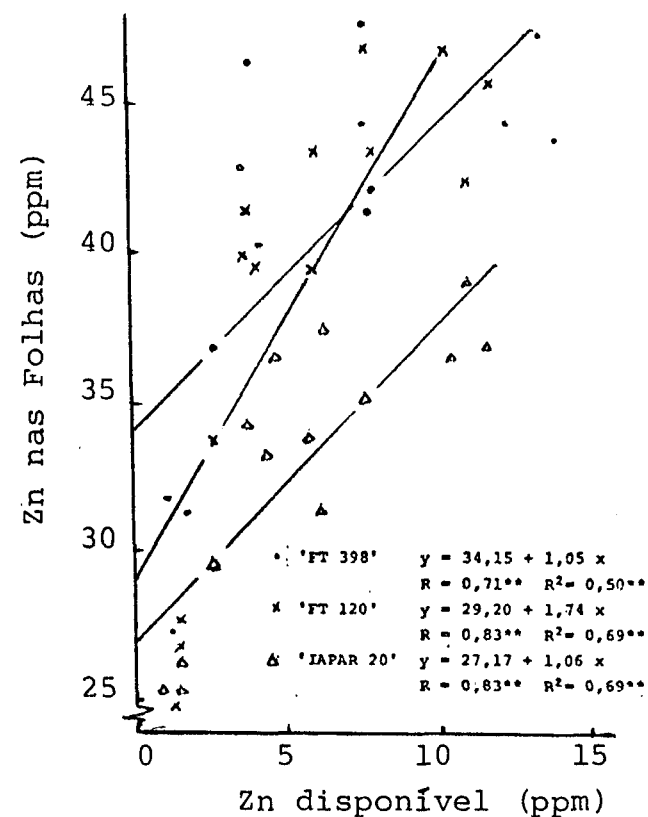
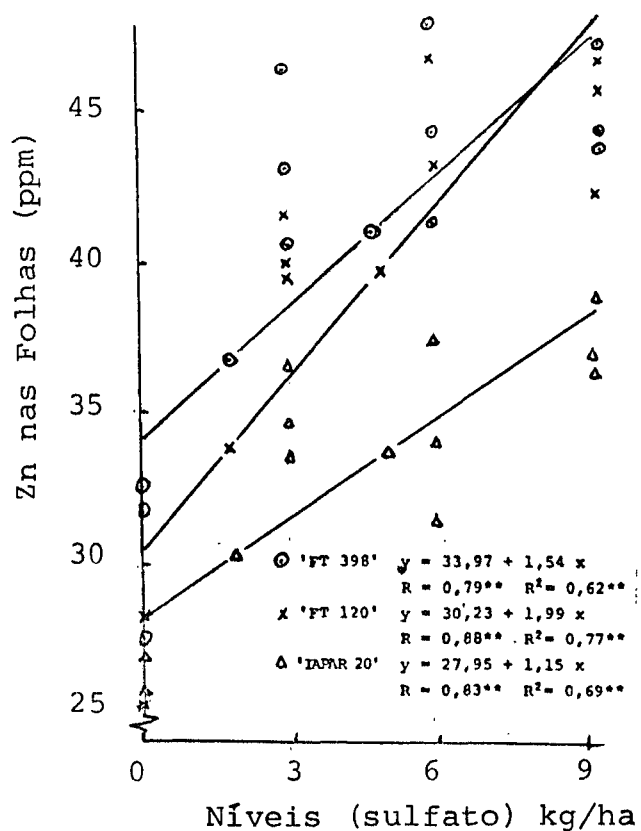
TABELA 22. TEOR DE ZINCO, EM ppm, NAS FOLHAS DE TRÊS CULTIVARES DE FEIJÃO, DO EXPERIMENTO EM CASA-DE-VEGETAÇÃO - RESIDUAL, MÉDIA DE TRÊS REPETIÇÕES, UFPR, CURITIBA, PR, 1988/89\*

Cultivar	Forma de Zinco	Níveis				Média
		1	2	3	4	
'FT 398'	Inorgânica	30,33 <sup>A</sup> <sub>b</sub>	43,33 <sup>A</sup> <sub>a</sub>	44,67 <sup>A</sup> <sub>a</sub>	45,33 <sup>A</sup> <sub>a</sub>	40,92
	Orgânica	33,33 <sup>A</sup> <sub>a</sub>	29,00 <sup>A</sup> <sub>ab</sub>	27,50 <sup>B</sup> <sub>b</sub>	27,00 <sup>B</sup> <sub>b</sub>	29,21
	Média	31,83	36,16	36,08	36,16	35,06
'FT 120'	Inorgânica	26,67 <sup>A</sup> <sub>cd</sub>	40,33 <sup>A</sup> <sub>b</sub>	44,67 <sup>A</sup> <sub>ab</sub>	45,17 <sup>A</sup> <sub>a</sub>	39,21
	Orgânica	26,33 <sup>A</sup> <sub>a</sub>	25,67 <sup>B</sup> <sub>a</sub>	23,83 <sup>B</sup> <sub>a</sub>	27,00 <sup>B</sup> <sub>a</sub>	25,71
	Média	26,50	33,00	34,25	36,08	32,46
'IAPAR 20'	Inorgânica	25,83 <sup>A</sup> <sub>b</sub>	34,83 <sup>A</sup> <sub>a</sub>	34,33 <sup>A</sup> <sub>a</sub>	37,50 <sup>A</sup> <sub>a</sub>	33,12
	Orgânica	23,00 <sup>A</sup> <sub>a</sub>	23,67 <sup>B</sup> <sub>a</sub>	26,33 <sup>B</sup> <sub>a</sub>	26,50 <sup>B</sup> <sub>a</sub>	24,88
	Média	24,41	29,25	30,33	32,00	29,00

\* As médias seguidas da mesma letra maiúscula, na vertical, e minúscula na horizontal, não diferem significativamente, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para cada cultivar.



FIGURA 9. EFEITOS DO Zn RESIDUAL NA FORMA INORGÂNICA SOBRE O TEOR (ppm) DESTES MICRONUTRIENTE NAS FOLHAS PARA OS TRÊS CULTIVARES DE FEIJÃO, E DOS TEORES (ppm) DE Zn DISPONÍVEL SOBRE OS TEORES DESTES MICRONUTRIENTE NAS FOLHAS DOS FEIJOEIROS, EM EXPERIMENTO RESIDUAL EM CASA-DE-VEGETAÇÃO, UFPR, CURITIBA, PR, 1988/89



A Figura 10 mostra os efeitos do zinco na forma inorgânica e orgânica sobre o rendimento do cv. 'FT 398' nos dois cultivos.

Verifica-se que no primeiro cultivo houve diferença significativa entre níveis e formas de zinco (Tabela 3, p.31) com melhor rendimento para o nível de 30 g de Zn/ha na forma orgânica. Observa-se que o rendimento do residual foi inferior ao 1º cultivo, para as duas formas de zinco testadas, SILVA & ANDRADE<sup>96</sup> observaram o inverso, utilizando a forma inorgânica para a cultura do arroz e da soja, e RITCHEY et alii<sup>89</sup> para o milho. Não foi identificada influência do resíduo de zinco orgânico no solo, entretanto houve correlação altamente significativa com os componentes do rendimento no primeiro cultivo.

Comparando a média geral do rendimento por planta do primeiro com o segundo cultivo verifica-se perda de 26% no rendimento por planta do cv. 'FT 398', o cv. 'IAPAR 20' não teve qualquer alteração e o cv. 'FT 120' teve ganho de 2,7%.

A Figura 11 mostra os efeitos de zinco nas formas inorgânica e orgânica sobre o rendimento do cv. 'FT 120' nos dois cultivos. Verifica-se, por meio da análise de variância dos dados (Tabela 3, p. 31 e 12, p. 51) que houve diferença significativa entre os níveis de zinco nos dois cultivos, e a melhor média de produção de grãos foi na forma orgânica, com 30 g de Zn/ha no primeiro cultivo e com 40 g de Zn/ha no residual. Pela análise destes dados pode-se pensar que houve pequeno efeito residual do zinco orgânico sobre a produção de grãos, porém, deve-se levar em consideração o aumento na disponibilidade de zinco residual, possivelmente pela

FIGURA 10. EFEITOS DO ZINCO NAS FORMAS INORGÂNICA E ORGÂNICA SOBRE O RENDIMENTO POR PLANTA DO cv. 'FT 398' EM DOIS CULTIVOS EM CASA-DE-VEGETAÇÃO, UFPR, CURITIBA, PR, 1988/89

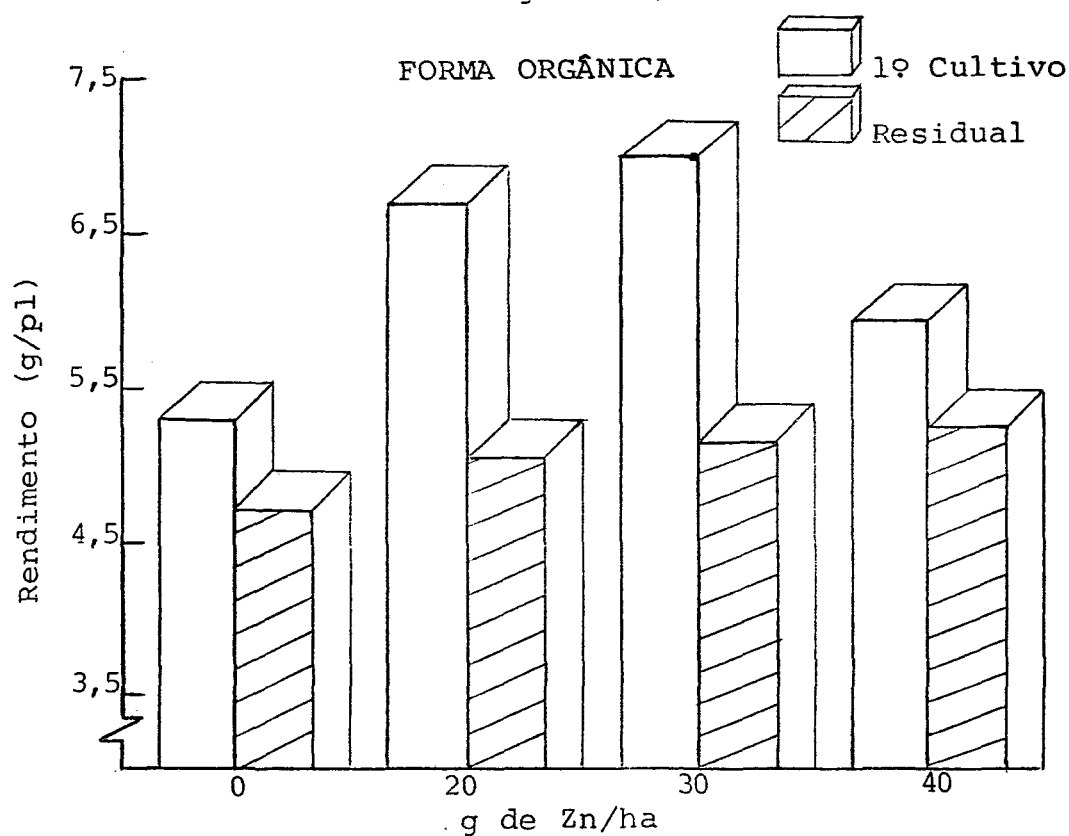
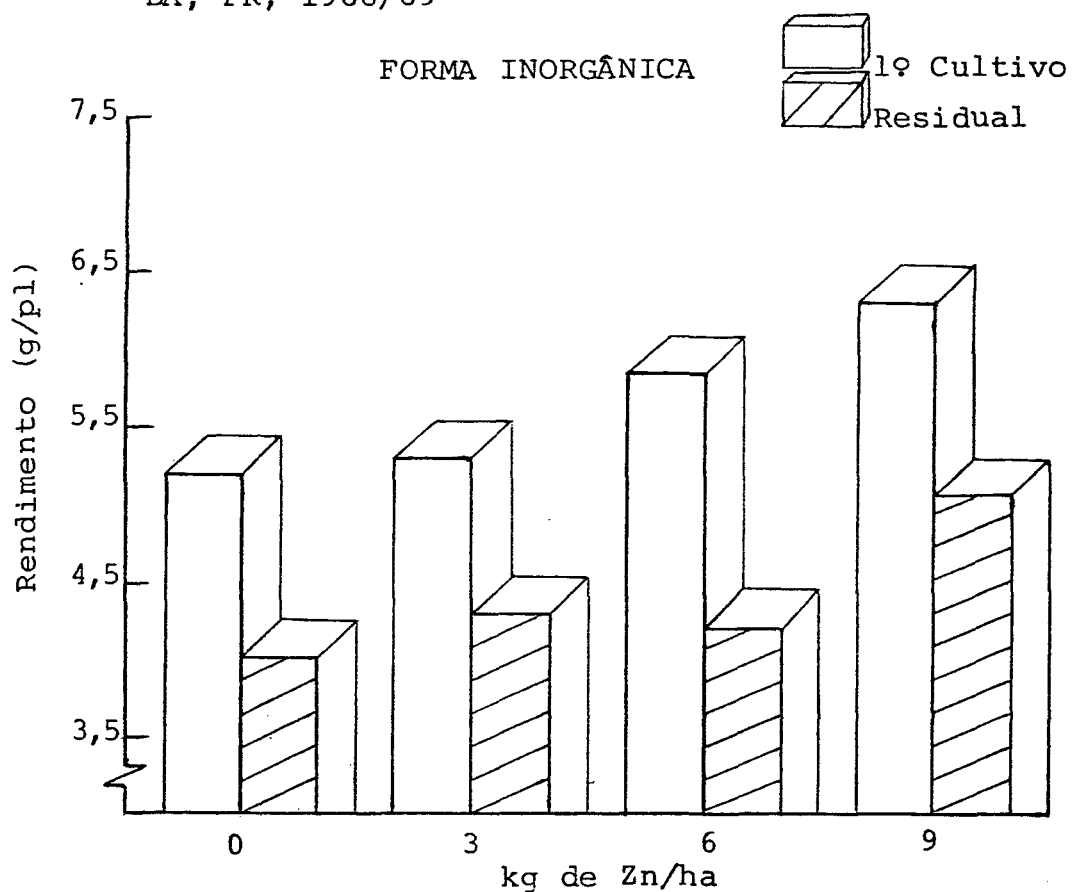
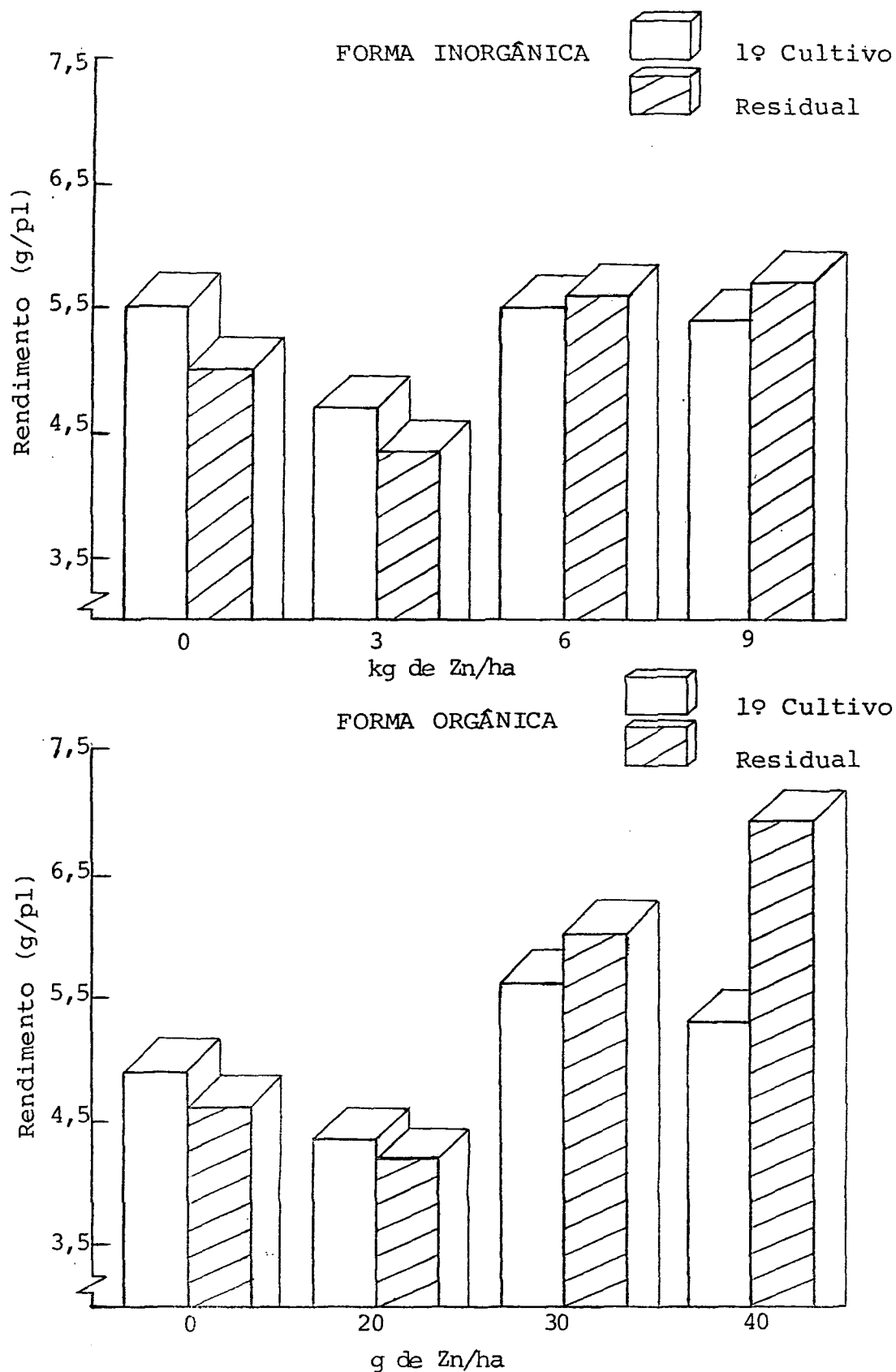


FIGURA 11. EFEITOS DO ZINCO NAS FORMAS INORGÂNICA E ORGÂNICA SOBRE O RENDIMENTO POR PLANTA DO cv. 'FT 120' EM DOIS CULTIVOS EM CASA-DE-VEGETAÇÃO, UFPR, CURITIBA, PR, 1988/89



liberação pela matéria orgânica do solo, que pode tê-lo adsorvido anteriormente, além de outros fatores de adsorção, ou ainda, pela possibilidade das raízes explorarem livremente um volume de solo com boas características físicas e químicas. Outros autores fizeram constatações semelhantes (HODGSON<sup>37</sup>; LINDSAY<sup>44</sup>; PEREIRA et alii<sup>83</sup>; RITCHEY et alii<sup>89</sup>; STEVENSON & ARDAKANI<sup>100</sup>).

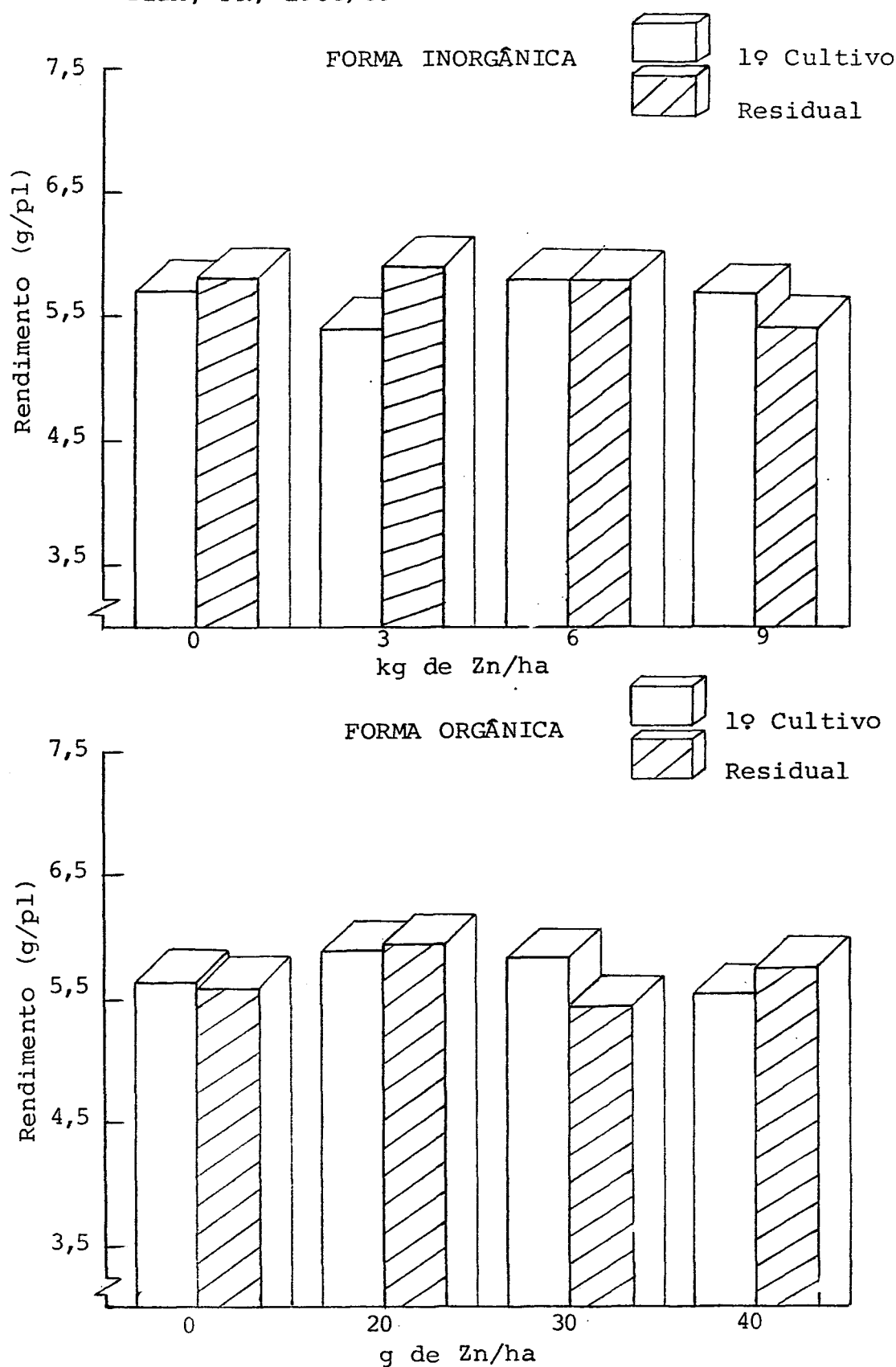
Pela correlação das variáveis verifica-se que a produção de grãos correlacionou-se significativamente com o número de vagens por planta e com o peso de 100 sementes, nos dois cultivos, verificando-se grande relação destes fatores com a produção.

Dessa forma é difícil afirmar se houve efeito residual do zinco orgânico aplicado ou se outros fatores, não considerados neste estudo, foram os responsáveis pelo aumento na produção de grãos.

Os efeitos do zinco nas formas inorgânica e orgânica sobre a produção de grãos do cv. 'IAPAR 20' nos dois cultivos estão representados na Figura 12. Observa-se pelos resultados que não houveram diferenças significativas mantendo a mesma média geral de rendimento por planta tanto no primeiro cultivo, quanto no residual. Pode-se afirmar que para as condições deste experimento o cv. 'IAPAR 20' não respondeu a adubação com zinco, já os cultivares 'FT 398' e 'FT 120' responderam podendo ser considerados estes como sensíveis e aquele como não sensível ao micronutriente zinco.

Estes resultados comprovam as grandes diferenças genéticas entre os cultivares quanto a resposta de zinco, demonstrando que existem cultivares mais ou menos sensíveis a

FIGURA 12. EFEITOS DO ZINCO NAS FORMAS INORGÂNICA E ORGÂNICA SOBRE O RENDIMENTO POR PLANTA DO cv. 'IAPAR 20' EM DOIS CULTIVOS EM CASA-DE-VEGETAÇÃO, UFPR, CURITIBA, PR, 1988/89



este micronutriente, conclusão está de acordo com AMBLER & BROWN<sup>3</sup>; BROWER et alii<sup>12</sup>; FAGERIA & KLUTHCOUSKI<sup>25</sup>; MALAVOLTA<sup>52</sup>; OLIVEIRA & MALAVOLTA<sup>81</sup>; POLSON & ADAMS<sup>84</sup>.

Os modelos testados para as equações de regressão entre rendimento e níveis de zinco fornecido, e teor de zinco nas folhas, de modo geral, não apresentaram ajustes altamente significativos, podendo-se dizer que os modelos testados não representaram bem a relação, para os experimentos em casa-de-vegetação.

#### 4.3.2 Teor de Zinco nas Folhas

Comparando os teores de zinco nas folhas dos três cultivares de feijão (Tabelas 11, p. 49 e 22, p. 73), verifica-se que os teores de zinco nas folhas dos cvs. 'FT 398' e 'FT 120' foram maiores que os do cv. 'IAPAR 20', nos dois cultivos. Observa-se nítida influência da forma inorgânica sobre os teores de zinco nas folhas, notando-se que no residual estes teores foram mais elevados.

Os teores de zinco nas folhas não se correlacionaram com o rendimento por planta, todavia, estiveram diretamente relacionados com o nível de zinco inorgânico e disponível no solo, e inversamente relacionados com o nível de zinco orgânico e disponível no solo.

#### 4.3.3 Teor de Zinco nas Sementes

Na Tabela 23 encontram-se os resultados da análise química de zinco nas sementes dos cultivares de feijão utilizadas para os experimentos. Verifica-se que para os cvs. 'FT

TABELA 23. TEORES MÉDIOS DE ZINCO, EM ppm, NAS SEMENTES DOS TRÊS CULTIVARES DE FEIJÃO, UTILIZADAS NOS EXPERIMENTOS EM CASA-DE-VEGETAÇÃO, UFPR, CURITIBA, PR, 1988\*

CULTIVAR	SEMENTES	EXPERIMENTO	TEOR DE Zn - ppm -
'FT 398'	Inicial	Primeiro	27,36
	Primeiro Experimento	Residual	33,61
'FT 120'	Inicial	Primeiro	34,12
	Primeiro Experimento	Residual	40,30
'IAPAR 20'	Inicial	Primeiro	45,23
	Primeiro experimento	Residual	31,23

\* Análises feitas no Laboratório de Nutrição de Plantas da UFPR.



398' e 'FT 120' os teores de zinco após o cultivo aumentaram, indicando acúmulo do micronutriente na semente, porém, sem aparente efeito na produção de grãos. Para o cv. 'IAPAR 20' identificou-se redução no teor de zinco na semente e da mesma forma, sem aparente efeito na produção de grãos. Estes resultados concordam com dados de BROUWER et alii<sup>12</sup>.

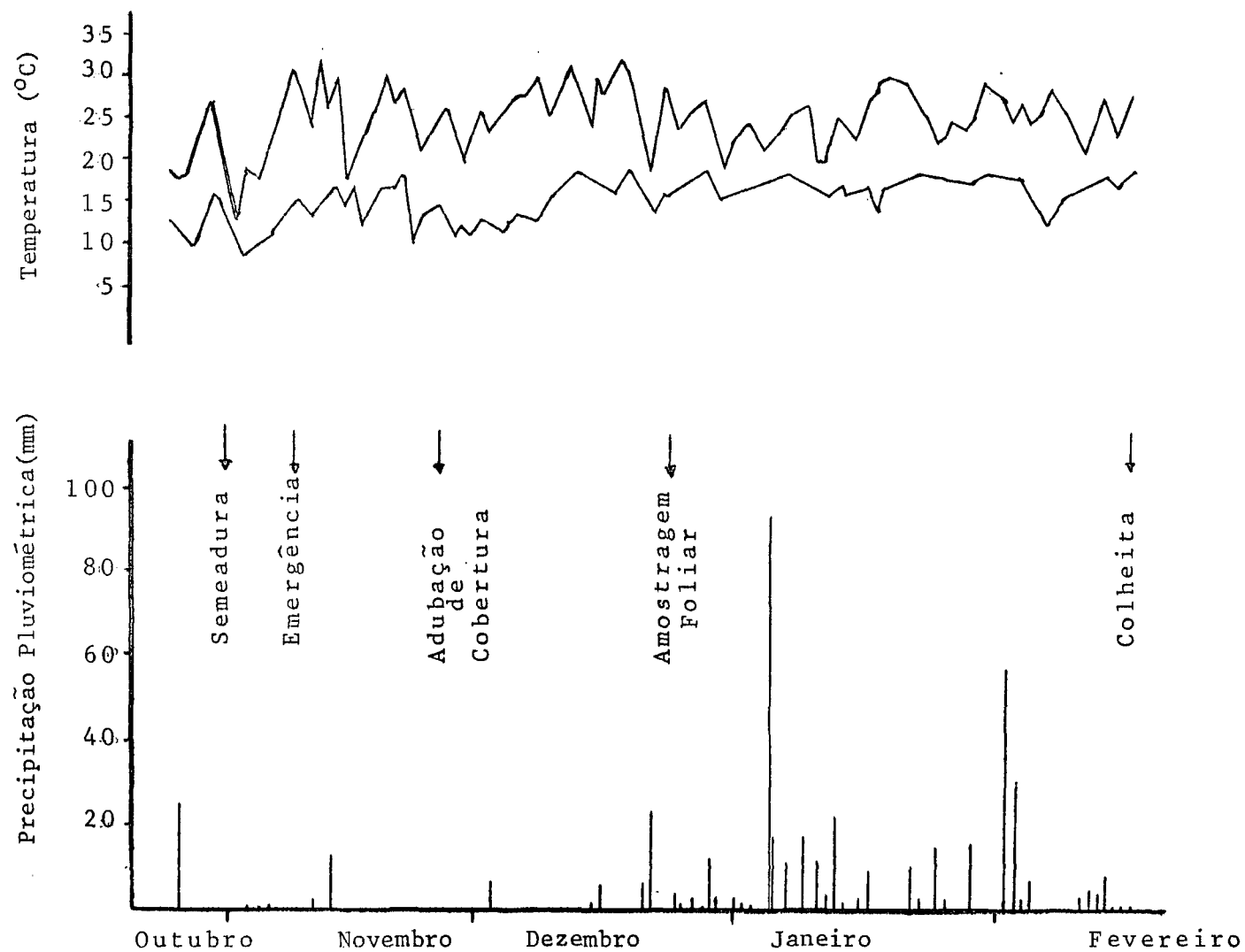
Os teores de zinco na semente variaram de 27,4 até 45,2 ppm mostrando grande variação na reserva deste micronutriente, pelos cultivares de feijão, concordando com dados de BROUWER et alii<sup>12</sup> e FEITOSA et alii<sup>28</sup> trabalhando com feijão e SANTOS et alii<sup>94</sup> com soja.

As quantidades de cobre, molibdênio e zinco encontradas nas sementes são geralmente suficientes para que as plantas não mostrem sintomas de deficiência, ou então, podem ser suficientes para que as plantas adiem a manifestação dos sintomas (TIFFIN<sup>103</sup>; NOGUEIRA et alii<sup>78</sup>), sem esquecer as relações com a matéria orgânica e a disponibilidade dos micronutrientes no solo.

#### 4.4 EXPERIMENTO DE CAMPO

Na Figura 13 encontram-se a precipitação pluviométrica e as temperaturas máxima e mínima para o período de outubro de 1988 a fevereiro de 1989. Vê-se, que houve boa disponibilidade de chuvas durante todo o ciclo da cultura e, de modo geral, nos períodos críticos de germinação e emergência, floração e enchimento de grãos. Verifica-se ainda, pela mesma figura, que as temperaturas máximas diárias variaram de 13,5 a 31,5°C e as mínimas diárias de 9 a 18,5°C, ou seja, um pouco abaixo do ideal para os feijoeiros (MEDINA<sup>58</sup>; VIEI-

FIGURA 13. VARIAÇÃO DIÁRIA DAS TEMPERATURAS MÁXIMA E MÍNIMA, E DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA, DE OUTUBRO DE 1988 A FEVEREIRO DE 1989. PIRAQUARA, PR.



Fonte: Dados Climáticos da EST - Canguirí, Piraquara, PR.

RA<sup>106</sup>).

Encontram-se na Tabela 24 os resultados das análises de variância dos dados obtidos. Para o cv. 'FT 398' verifica-se que houve influência altamente significativa da forma, dos níveis e da interação forma e níveis de zinco sobre o teor deste micronutriente nas folhas. Para o cv. 'FT 120' vê-se que houve apenas influência altamente significativa da forma sobre a população inicial de plantas, população final e peso de 100 sementes, e significativa sobre o rendimento por planta e teor de zinco nas folhas. Finalmente, para o cv. 'IAPAR 20' a forma de zinco teve influência significativa sobre a população inicial de plantas, altura de plantas aos 45 DAE, altura de plantas na colheita e rendimento por planta. Quanto ao teor de zinco nas folhas houve influência altamente significativa tanto de formas quanto de níveis de zinco.

Nas Tabelas 25, 26, 27, 28, 29 e 30 são apresentados os coeficientes de correlação e a probabilidade de haver correlação entre as variáveis avaliadas para os três cultivares.

Na Tabela 25 estão os coeficientes de correlação entre o zinco fornecido na forma inorgânica e as demais variáveis, para o cv. 'FT 398'. Verifica-se que a altura de plantas aos 45 DAE teve correlação altamente significativa com o rendimento por parcela. A altura de plantas na colheita teve correlação altamente significativa com: número de vagens por planta, peso de 100 sementes e rendimento por planta, além de correlação significativa com número de sementes por vagem e rendimento por parcela, e negativa com a população inicial de plantas. O número de vagens por planta teve correlação altamente significativa com peso de 100 sementes e rendimento

TABELA 24. ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS DADOS OBTIDOS NO EXPERIMENTO DE CAMPO, PARA OS TRÊS CULTIVARES DE FEIJÃO, UFPR, PIRAQUARA, PR, 1988/89

Fonte de Variação	G.L.	Quadrados Médios									
		População Inicial	População Final	Altura de plantas aos 45 DAE (CM)	Altura de plantas na colheita (CM)	Numero Vagem/planta	Numero Semente/vagem	Peso de 100 Sementes (g)	Rendi-mento/planta (g)	Rendi-mento/parcela (g)	Zn nas folhas (ppm)
'FT 398'											
Bloco	3	271,53	30,08	21,17	95,75**	12,91**	0,29	12,93**	35,02**	78005,77**	78,46
Forma	1	38,28	105,12	4,96	1,00	0,15	0,22	0,21	0,58	4498,03	91,12**
Níveis	3	97,36	92,75	4,77	24,73	3,42	0,30	2,67	6,87	15582,82	64,44**
Forma x níveis	3	87,86	58,04	8,30	13,26	7,77	0,06	2,32	12,00	22756,55	63,00**
Erro	21	100,65	80,77	9,84	16,87	2,99	0,25	1,54	5,08	12874,57	9,94
CV(%)		9,72	9,99	13,71	13,20	17,48	10,71	6,70	25,22	13,36	8,05
'FT 120'											
Bloco	3	238,70*	67,87	4,88	32,87	14,76*	0,17	4,27	22,35*	1184,63	90,10*
Forma	1	882,00**	1012,50**	15,54	7,60	15,26*	0,14	26,66**	35,84*	29521,45	90,45*
Níveis	3	153,37	14,70	3,19	5,09	3,70	0,08	1,08	5,55	19728,89	10,01
Forma x níveis	3	61,08	75,08	2,66	21,31	5,00	0,04	0,38	5,87	7141,49	15,13
Erro	21	57,97	90,39	7,37	18,41	3,53	0,05	2,20	4,71	25389,03	13,09
CV(%)		6,43	9,86	12,79	12,76	19,58	4,83	7,50	22,05	16,42	10,76
'IAPAR 20'											
Bloco	3	161,03	543,78	13,05*	34,03	0,91	0,76	0,02	1,02	3421,49	13,17
Forma	1	770,28*	57,78	19,84*	135,71*	5,78	0,08	1,07	9,05*	6482,32	124,03**
Níveis	3	497,03	393,11	3,39	46,29	3,33	0,41	1,13	2,19	1598,30	117,92**
Forma x níveis	3	131,36	75,53	5,46	10,78	0,42	0,21	0,44	0,05	7654,00	23,51
Erro	21	176,96	242,61	3,97	20,79	2,05	0,20	0,43	1,61	3471,87	9,18
CV(%)		12,44	18,01	10,83	12,57	21,54	10,21	3,97	26,37	13,81	9,59

\* F significativo a 5% de probabilidade

\*\* F significativo a 1% de probabilidade

TABELA 25 - COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE NÍVEIS DE ZINCO INORGÂNICO, ALTURA DE PLANTAS AOS 45 DAE, ALTURA DE PLANTAS NA COLHEITA, NÚMERO DE VAGENS/PLANTA, NÚMERO DE SEMENTES/VAGEM, PESO DE 100 SEMENTES, RENDIMENTO/PLANTA, RENDIMENTO/PARCELA, POPULAÇÃO INICIAL (P.I.), POPULAÇÃO FINAL (P.F.) E Zn NAS FOLHAS DO cv. 'FT 398' EM CONDIÇÕES DE CAMPO, UFPR, PIRAQUARA, PR, 1988/89

	Altura de Plantas aos 45 DAE	Altura de plantas na colheita	Número de vagens/ planta	Número de sementes/ vagem	Peso de 100 Se- mentes	Rendi- mento/ planta	Rendi- mento/ parcela	P.I	P.F	Zn nas folhas
Nível Zn Inorgânico	-0,00 ns	0,14 ns	0,01 ns	0,06 ns	0,11 ns	0,09 ns	0,11 ns	0,31 ns	0,03 ns	0,71 **
Altura de Plan- tas aos 45 DAE		0,42 ns	-0,03 ns	0,03 ns	0,19 ns	0,02 ns	0,78**	-0,32 ns	0,08 ns	-0,30 ns
Altura de Plan- tas na Colheita			0,74**	0,55*	0,63**	0,81**	0,54*	-0,46 *	-0,03 ns	-0,16 ns
Número de va- gens/planta				0,42 ns	0,62*	0,90**	0,19 ns	-0,31 ns	-0,04 ns	-0,12 ns
Número de se- mentes/vagem					0,40 ns	0,71**	-0,05 ns	-0,26 ns	-0,05 ns	0,07 ns
Peso de 100 se- mentes						0,76**	0,47*	-0,25 ns	0,00 ns	-0,08 ns
Rendimento/plan- ta							0,24 ns	-0,41 ns	-0,09 ns	-0,12 ns
Rendimento/par- cela								-0,47*	-0,05 ns	-0,22 ns
População inicial									0,43*	0,65**
População final										0,17 ns

\* Coeficiente de correlação significativo a 5% de probabilidade.

\*\* Coeficiente de correlação significativo a 1% de probabilidade.

ns Coeficiente de correlação não significativo.

por planta, o número de sementes por vagem e peso de 100 sementes tiveram correlação altamente significativa com o rendimento por planta mostrando que os componentes do rendimento relacionaram-se diretamente com a produção de grãos e podem ser considerados como parâmetros que avaliam eficientemente o rendimento por planta. O rendimento por parcela teve correlação significativa e positiva com o peso de 100 sementes e negativa com a população inicial de plantas. As populações inicial e final de plantas tiveram correlação significativa. O teor de zinco nas folhas teve correlação altamente significativa com a população inicial de plantas e níveis de zinco inorgânico.

Na Tabela 26 estão os coeficientes de correlação entre o zinco fornecido na forma orgânica e as demais variáveis, para o cv. 'FT 398'. Verifica-se que a altura de plantas aos 45 DAE teve correlação significativa com a altura de plantas na colheita, altamente significativa com número de sementes por vagem e rendimento por parcela, e significativa e negativa com a população final de plantas. A altura de plantas na colheita teve correlação altamente significativa com: número de vagens por planta, rendimento por planta e rendimento por parcela. O rendimento por planta teve correlação significativa com o rendimento por parcela, e correlação altamente significativa com o número de vagens por planta e peso de 100 sementes. Estes dois últimos parâmetros tiveram correlação altamente significativa entre si e a população final de plantas correlacionou-se significativamente de forma negativa com o número de sementes por vagem, além de ter correlação altamente significativa com a população inicial.

TABELA 26 - COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE NÍVEIS DE ZINCO ORGÂNICO, ALTURA DE PLANTAS AOS 45 DAE, ALTURA DE PLANTAS NA COLHEITA, NÚMERO DE VAGENS/PLANTA, NÚMERO DE SEMENTES/VAGEM, PESO DE 100 SEMENTES, RENDIMENTO/PLANTA, RENDIMENTO/PARCELA, POPULAÇÃO INICIAL (P.I.), POPULAÇÃO FINAL (P.F.) E Zn NAS FOLHAS DO cv. 'FT 398' EM CONDIÇÕES DE CAMPO, UFPR, PI-RAGUARA, PR, 1988/89

	Altura de Plantas aos 45 DAE	Altura de plantas na colheita	Número de vagens/ planta	Número de sementes/ vagem	Peso de 100 Se- mentes	Rendi- mento/ planta	Rendi- mento/ parcela	P.I.	P.F.	Zn nas folhas
Nível Zn										
Orgânico	0,12 ns	-0,14 ns	-0,03 ns	0,20 ns	0,07 ns	-0,02 ns	0,10 ns	0,15 ns	-0,00 ns	-0,01 ns
Altura de Plan- tas aos 45 DAE		0,53*	0,28 ns	0,65 **	0,31 ns	0,38 ns	0,71 **	-0,24 ns	-0,48*	-0,36 ns
Altura de Plan- tas na Colheita			0,78 **	0,18 ns	0,40 ns	0,70**	0,65**	-0,35 ns	-0,27 ns	0,04 ns
Número de va- gens/planta				0,14 ns	0,76 **	0,25***	0,42 ns	-0,02 ns	-0,13 ns	-0,32 ns
Número de se- mentes/vagem					0,34 ns	0,35 ns	0,19 ns	-0,23 ns	-0,47*	-0,14 ns
Peso de 100 se- mentes						0,89**	0,36 ns	0,10 ns	0,02 ns	0,11 ns
Rendimento/plan- ta							0,43*	-0,06 ns	0,00 ns	0,25 ns
Rendimento/par- cela								-0,16 ns	-0,20 ns	-0,46 ns
População inicial									0,62 **	0,16 ns
População final										0,26 ns

\* Coeficiente de correlação significativo a 5% de probabilidade.

\*\* Coeficiente de correlação significativo a 1% de probabilidade.

ns Coeficiente de correlação não significativo.

Na Tabela 27 estão os coeficientes de correlação entre o zinco fornecido na forma inorgânica e as demais variáveis, para o cv. 'FT 120'. Verifica-se que a altura de plantas aos 45 DAE teve correlação altamente significativa com o rendimento por parcela e o número de vagens por planta teve correlação altamente significativa com o rendimento por planta. A população final de plantas teve correlação altamente significativa com a população inicial e significativa com altura de plantas aos 45 DAE e rendimento por parcela. O teor de zinco nas folhas teve correlação altamente significativa e negativa com altura de plantas na colheita e número de sementes por vagem. Os níveis de Zn inorgânico não tiveram correlação significativa com nenhuma das variáveis, não apresentando relação com a produção de grãos.

Na Tabela 28 estão os coeficientes de correlação entre o zinco fornecido na forma orgânica e as demais variáveis, para o cv. 'FT 120'. Verifica-se que a altura de plantas aos 45 DAE teve correlação altamente significativa com o rendimento por parcela. Observa-se também que a altura de plantas na colheita teve correlação altamente significativa com o número de vagens por planta e correlação significativa com o rendimento por planta. O rendimento por planta apresentou correlação altamente significativa com o número de vagens por planta e peso de 100 sementes e a população inicial de plantas teve correlação significativa e negativa com o peso de 100 sementes e rendimento por planta. Por sua vez, a população final de plantas teve correlação significativa e negativa com o número de sementes por vagem e peso de 100 sementes, e positiva com o rendimento por parcela.



TABELA 27 - COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE NÍVEIS DE ZINCO INORGÂNICO, ALTURA DE PLANTAS AOS 45 DAE, ALTURA DE PLANTAS NA COLHEITA, NÚMERO DE VAGENS/PLANTA, NÚMERO DE SEMENTES/VAGEM, PESO DE 100 SEMENTES, RENDIMENTO/PLANTA, RENDIMENTO/PARCELA, POPULAÇÃO INICIAL (P.I.), POPULAÇÃO FINAL (P.F.) E TEOR DE Zn NAS FOLHAS DO Cv. 'FT 120', NO CAMPO, UFPR, PI-RAGUARA, PR, 1988/89

	Altura de Plantas aos 45 DAE	Altura de plantas na colheita	Número de vagens/ planta	Número de sementes/ vagem	Peso de 100 Se- mentes	Rendi- mento/ planta	Rendi- mento/ parcela	P.I	P.F.	Zn nas folhas
Nível Zn Inorgânico	-0,08 ns	-0,37 ns	0,28 ns	0,14 ns	-0,07 ns	0,23 ns	0,06 ns	0,11 ns	-0,03 ns	0,06 ns
Altura de Plan- tas aos 45 DAE		0,32 ns	-0,05 ns	0,07 ns	-0,09 ns	0,02 ns	0,82 **	0,00 ns	-0,09 ns	-0,36 ns
Altura de Plan- tas na Colheita			0,35 ns	0,25 ns	-0,03 ns	0,36 ns	0,28 ns	-0,12 ns	0,34 ns	-0,69**
Número de va- gens/planta				0,20 ns	0,22 ns	0,97**	-0,24 ns	-0,28 ns	-0,23 ns	-0,40 ns
Número de se- mentes/vagem					0,00 ns	0,33 ns	0,16 ns	0,08 ns	0,11 ns	-0,51*
Peso de 100 se- mentes						0,31 ns	-0,20 ns	0,12 ns	-0,07 ns	0,28 ns
Rendimento/plan- ta							-0,16 ns	-0,25 ns	-0,23 ns	-0,40 ns
Rendimento/par- cela								0,01 ns	0,47*	-0,29 ns
População inicial									0,75**	0,29 ns
População final										-0,10 ns

\* Coeficiente de correlação significativo a 5% de probabilidade.

\*\* Coeficiente de correlação significativo a 1% de probabilidade.

ns Coeficiente de correlação não significativo.

TABELA 28 - COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE NÍVEIS DE ZINCO ORGÂNICO, ALTURA DE PLANTAS AOS 45 DAE, ALTURA DE PLANTAS NA COLHEITA, NÚMERO DE VAGENS/PLANTA, NÚMERO DE SEMENTES/VAGEM; PESO DE 100 SEMENTES, RENDIMENTO/PLANTA, RENDIMENTO/PARCELA, POPULAÇÃO INICIAL (P.I.), POPULAÇÃO FINAL (P.F.) E TEOR DE Zn NAS FOLHAS DO Cv. 'ET 120', NO CAMPO; UFPR, PIRAQUARA, PR, 1988/89

	Altura de Plantas aos 45 DAE	Altura de plantas na colheita	Número de vagens/ planta	Número de sementes/ vagem	Peso de 100 Se- mentes	Rendi- mento/ planta	Rendi- mento/ parcela	P.I.	P.F.	Zn nas folhas
Nível Zn Orgânico	0,30 ns	0,10 ns	-0,01 ns	-0,17 ns	0,18 ns	-0,00 ns	0,33 ns	-0,28 ns	0,24 ns	0,11 ns
Altura de Plan- tas aos 45 DAE		-0,04 ns	-0,34 ns	0,02 ns	-0,14 ns	-0,32 ns	0,69**	-0,39 ns	0,37 ns	-0,12 ns
Altura de Plan- tas na Colheita			0,66 **	0,21 ns	0,02 ns	0,43*	0,43 ns	-0,09 ns	-0,22 ns	0,08 ns
Número de va- gens/planta				0,29 ns	0,30 ns	0,91**	-0,24 ns	-0,30 ns	-0,19 ns	0,10 ns
Número de se- mentes/vagem					0,42 ns	0,32 ns	0,07 ns	-0,01	-0,44*	-0,31 ns
Peso de 100 se- mentes						0,56*	0,02 ns	-0,47*	-0,56*	0,04 ns
Rendimento/plan- ta							-0,18 ns	-0,44*	-0,39 ns	0,10 ns
Rendimento/par- cela								-0,00 ns	0,54 *	0,10 ns
População inicial									0,22 ns	0,18 ns
População final										0,26 ns

\* Coeficiente de correlação significativo a 5% de probabilidade.

\*\* Coeficiente de correlação significativo a 1% de probabilidade.

ns Coeficiente de correlação não significativo.

Na Tabela 29 estão os coeficientes de correlação entre o zinco fornecido na forma inorgânica e as demais variáveis, para o cv. 'IAPAR 20'. Verifica-se que a altura de plantas aos 45 DAE teve correlação significativa com o rendimento por planta e a altura de plantas na colheita apresentou correlação significativa com o número de vagens por planta. O rendimento por planta teve correlação altamente significativa com o número de vagens por planta e significativa com o número de sementes por vagem. As populações inicial e final de plantas apresentaram correlação altamente significativa e correlacionaram-se significativamente de forma negativa com o peso de 100 sementes. O teor de zinco nas folhas teve correlação altamente significativa com os níveis de zinco na forma inorgânica, mostrando nítida influência destes nos teores foliares.

Na Tabela 30 estão os coeficientes de correlação entre o zinco fornecido na forma orgânica e as demais variáveis, para o cv. 'IAPAR 20'. Verifica-se que a altura de plantas aos 45 DAE teve correlação altamente significativa com o rendimento por parcela e significativa e negativa com o número de sementes por vagem e altamente significativa e negativa com o teor de zinco nas folhas. A altura de plantas na colheita teve correlação altamente significativa com o número de vagens por planta e rendimento por planta. Além destas correlações o rendimento por planta teve correlação altamente significativa com o número de vagens por planta e correlação significativa com o número de sementes por vagem. A população final de plantas apresentou correlação altamente significativa com a população inicial e com o rendimento por par-

TABELA 29 - COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE NÍVEIS DE ZINCO INORGÂNICO, ALTURA DE PLANTAS AOS 45 DAE, ALTURA DE PLANTAS NA COLHEITA, NÚMERO DE VAGENS/PLANTA, NÚMERO DE SEMENTES/VAGEM, PESO DE 100 SEMENTES, RENDIMENTO/PLANTA, RENDIMENTO/PARCELA, POPULAÇÃO INICIAL (P.I.), POPULAÇÃO FINAL (P.F.) E TEOR DE Zn NAS FOLHAS DO Cv. 'IAPAR 20', NO CAMPO, UFPR, PI-Raquara, PR, 1988/89

	Altura de Plantas aos 45 DAE	Altura de plantas na colheita	Número de vagens/ planta	Número de sementes/ vagem	Peso de 100 Se- mentes	Rendi- mento/ planta	Rendi- mento/ parcela	P.I.	P. F.	Zn nas folhas
Nível Zn										
Inorgânico	-0,03 ns	-0,23 ns	0,05 ns	-0,32 ns	0,39 ns	-0,25 ns	0,15 ns	-0,16 ns	0,11 ns	0,83**
Altura de Plan- tas aos 45 DAE		0,16 ns	0,02 ns	0,13 ns	0,19 ns	-0,14 ns	0,50*	0,11 ns	-0,06 ns	-0,04 ns
Altura de Plan- tas na Colheita			0,43*	-0,13 ns	0,02 ns	0,26 ns	-0,11 ns	-0,29 ns	-0,29 ns	-0,37 ns
Número de va- gens/planta				0,39 ns	0,25 ns	0,79**	0,10 ns	-0,29 ns	-0,29 ns	0,06 ns
Número de se- mentes/vagem					0,11 ns	0,47*	0,19 ns	0,10 ns	-0,02 ns	-0,20 ns
Peso de 100 se- mentes						0,25 ns	0,21 ns	-0,49 *	-0,45*	0,22 ns
Rendimento/plan- ta							0,19 ns	-0,18 ns	-0,15 ns	-0,13 ns
Rendimento/par- cela								0,01 ns	0,12 ns	0,05 ns
População inicial									0,86**	0,16 ns
População final										0,38 ns

\* Coeficiente de correlação significativo a 5% de probabilidade.

\*\* Coeficiente de correlação significativo a 1% de probabilidade.

ns Coeficiente de correlação não significativo.

TABELA 30 - COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE NÍVEIS DE ZINCO ORGÂNICO, ALTURA DE PLANTAS AOS 45 DAE, ALTURA DE PLANTAS NA COLHEITA, NÚMERO DE VAGENS/PLANTA, NÚMERO DE SEMENTES/VAGEM, PESO DE 100 SEMENTES, RENDIMENTO/PLANTA, RENDIMENTO/PARCELA, POPULAÇÃO INICIAL (P.I.), POPULAÇÃO FINAL (P.F.) E TEOR DE Zn NAS FOLHAS DO Cv. 'IAPAR 20', NO CAMPO, UFPR, PIRAQUARA, PR, 1988/89

	Altura de plantas aos 45 DAE	Altura de plantas na colheita	Número de vagens/ planta	Número de sementes/ vagem	Peso de 100 Se- mentes	Rendi- mento/ planta	Rendi- mento/ parcela	P.I	P.F.	Zn nas folhas
Nível Zn Orgânico	-0,43 *	-0,27 ns	-0,26 ns	0,07 ns	0,62**	-0,22 ns	-0,30 ns	0,24 ns	-0,08 ns	0,61**
Altura de Plan- tas aos 45 DAE		0,18 ns	0,01 ns	-0,47*	-0,19 ns	-0,14 ns	0,61**	-0,02 ns	0,27 ns	-0,69**
Altura de Plan- tas na Colheita			0,83**	0,42 ns	-0,01 ns	0,81**	0,03 ns	0,10 ns	-0,04 ns	-0,29 ns
Número de va- gens/planta				0,35 ns	0,08 ns	0,91**	0,07 ns	-0,00 ns	-0,04 ns	-0,17 ns
Número de se- mentes/vagem					0,17 ns	0,55*	-0,30 ns	0,01 ns	-0,46*	0,16 ns
Peso de 100 se- mentes						0,16 ns	-0,33 ns	-0,00 ns	-0,24 ns	0,10 ns
Rendimento/plan- ta							-0,14 ns	-0,08 ns	-0,25 ns	-0,14 ns
Rendimento/par- cela								0,23 ns	0,60**	-0,38 ns
População Inicial									0,76**	0,33 ns
População final										0,06 ns

\* Coeficiente de correlação significativo a 5% de probabilidade.

\*\* Coeficiente de correlação significativo a 1% de probabilidade.

ns Coeficiente de correlação não significativo.

cela, e significativa e negativa com o número de sementes por vagem. Os níveis de zinco orgânico tiveram correlação altamente significativa com o peso de 100 sementes e com o teor de zinco nas folhas e tiveram correlação significativa e negativa com a altura de plantas aos 45 DAE.

#### 4.4.1 População Inicial de Plantas

As médias das populações iniciais de plantas dos três cultivares de feijão encontram-se na Tabela 31. Observa-se que para os cvs. 'FT 120' e 'IAPAR 20' houve diferença significativa entre as formas de zinco, sendo a forma orgânica significativamente superior.

Pela extrapolação dos valores, calcula-se que as populações iniciais médias foram de 257.900, 295.775 e 267.275 plantas por hectare, respectivamente, para os cvs. 'FT 398', 'FT 120' e 'IAPAR 20'. Esse resultado era esperado, pois foram semeadas 15 sementes por metro, com poder germinativo em torno de 90%, buscando-se 250.000 a 300.000 plantas/ha, população recomendada para a cultura do feijão (ALMEIDA et alii<sup>2</sup>; FARIA & KRANTZ<sup>26</sup>).

#### 4.4.2 População Final de Plantas

As médias das populações finais de plantas dos três cultivares encontram-se na Tabela 32. Verifica-se que houve diferença significativa somente para o cv. 'FT 120' entre as formas de zinco, sendo a orgânica superior. Os outros dois cultivares mostraram apenas tendências na mesma direção do primeiro.

TABELA 31. EFEITOS DAS FORMAS DE ZINCO SOBRE AS POPULAÇÕES INICIAIS (PLANTAS/4 m<sup>2</sup>) DOS TRÊS CULTIVARES DE FEIJÃO, NO CAMPO, MÉDIA DE QUATRO REPETIÇÕES, UFPR, PIRAQUARA, PR, 1988/89\*

Cultivar	Forma de Zinco	N í v e i s				Média
		1	2	3	4	
'FT 398'	Inorgânica	98,00	100,75	101,00	108,50	102,06
	Orgânica	98,75 <sup>u</sup>	111,00	104,50	102,75	104,25
	Média	98,37	105,87	102,75	105,63	103,16
'FT 120'	Inorgânica	112,75	114,25	107,25	118,00	113,06 <sup>B</sup>
	Orgânica	130,75	119,50	118,25	125,75	123,56 <sup>A</sup>
	Média	121,75	116,88	112,75	121,88	118,31
'IAPAR 20'	Inorgânica	102,25	109,00	96,00	100,75	102,00 <sup>B</sup>
	Orgânica	102,00	125,00	102,75	117,50	111,81 <sup>A</sup>
	Média	102,12	117,00	99,38	109,12	106,91

\* As médias seguidas da mesma letra maiúscula, na vertical, e minúscula na horizontal, não diferem significativamente, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para cada cultivar.

TABELA 32. EFEITOS DAS FORMAS DE ZINCO SOBRE AS POPULAÇÕES FINAIS (PLANTAS/4 m<sup>2</sup>) DOS TRÊS CULTIVARES DE FEIJÃO, NO CAMPO, MÉDIA DE QUATRO REPETIÇÕES, UFPR, PIRAQUARA, PR, 1988/89\*

Cultivar	Forma de Zinco	N í v e i s				Média
		1	2	3	4	
'FT 398'	Inorgânica	87,50	89,00	87,50	88,75	89,19
	Orgânica	89,75	99,50	85,00	93,00	91,81
	Média	88,63	94,25	86,25	90,88	90,00
'FT 120'	Inorgânica	90,25	94,75	85,75	92,50	90,81 <sup>B</sup>
	Orgânica	100,00	99,50	105,25	03,50	102,06 <sup>A</sup>
	Média	95,13	97,13	95,50	98,00	96,44
'IAPAR 20'	Inorgânica	81,50	91,50	77,75	89,75	85,13 <sup>A</sup>
	Orgânica	85,25	100,50	81,50	84,00	87,81 <sup>A</sup>
	Média	81,62	96,00	79,63	86,88	86,47

\* As médias seguidas da mesma letra maiúscula, na vertical, e minúscula na horizontal, não diferem significativamente, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para cada cultivar.



As populações finais médias, pela extrapolação dos valores, foram de 225.000, 241.000 e 216.715 plantas por hectare, para os cvs. 'FT 398', 'FT 120' e 'IAPAR 20', respectivamente, com redução da ordem de 15, 23 e 24% em relação as populações iniciais, mesmo assim as populações estão dentro dos padrões normais para a cultura (VIEIRA<sup>106</sup>).

#### 4.4.3 Altura de Plantas

Os efeitos das formas de zinco sobre a altura de plantas aos 45 DAE e na colheita, para os três cultivares de feijão estão nas Tabelas 33 e 34, respectivamente.

Vê-se que o zinco fornecido na forma inorgânica proporcionou maiores médias de altura de plantas aos 45 DAE e na colheita para o cv. 'IAPAR 20'. Os outros dois cultivares não mostraram resultados significativos para estas variáveis. O maior crescimento vegetativo não representou maiores rendimentos de grãos, estando de acordo com os resultados em casa-de-vegetação neste trabalho e os relatados por URQUIAGA CABALLERO<sup>104</sup>).

#### 4.4.4 Número de Vagens por Planta

Os efeitos das formas de zinco sobre o número de vagens por planta encontra-se na Tabela 35, para os três cultivares. As melhores médias foram obtidas com a forma inorgânica, sendo que, apenas para o cv. 'FT 120' os resultados foram significativos. O número de vagens por planta foi o componente do rendimento que mais influenciou no rendimento por planta deste cultivar.

TABELA 33. EFEITOS DAS FORMAS DE ZINCO SOBRE A ALTURA DE PLANTAS AOS 45 DAE (cm) PARA OS TRÊS CULTIVARES DE FEIJÃO, NO CAMPO, MÉDIA DE QUATRO REPETIÇÕES, UFPR, PIRAQUARA, PR, 1988/89\*

Cultivar	Forma de Zinco	N í v e i s				Média
		1	2	3	4	
'FT 398'	Inorgânica	21,15	24,70	22,10	22,00	22,49
	Orgânica	22,77	22,57	24,67	23,07	23,27
	Média	21,96	23,63	23,39	22,53	22,88
'FT 120'	Inorgânica	22,37	21,52	22,45	21,37	21,93
	Orgânica	19,27	20,52	21,90	20,45	20,54
	Média	20,82	21,02	22,17	20,91	21,23
'IAPAR 20'	Inorgânica	19,92	18,47	18,67	19,67	19,19 <sup>A</sup>
	Orgânica	18,55	18,67	17,35	15,87	17,61 <sup>B</sup>
	Média	19,24	18,57	18,01	17,77	18,40

\* As médias seguidas da mesma letra maiúscula, na vertical, e minúscula na horizontal, não diferem significativamente, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para cada cultivar.

TABELA 34. EFEITOS DAS FORMAS DE ZINCO SOBRE A ALTURA DE PLANTAS NA COLHEITA (cm), PARA OS TRÊS CULTIVARES DE FEIJÃO, NO CAMPO, MÉDIA DE QUATRO REPETIÇÕES, UFPR, PIRAQUARA, PR, 1988/89\*

Cultivar	Forma de Zinco	N í v e i s				Média
		1	2	3	4	
'FT 398'	Inorgânica	30,15	28,65	35,12	29,82	30,94
	Orgânica	32,47	30,87	31,95	29,92	31,03
	Média	31,31	29,76	33,53	29,87	31,12
'FT 120'	Inorgânica	35,67	35,88	31,85	33,07	34,12
	Orgânica	31,95	33,10	35,47	32,05	33,14
	Média	33,81	34,49	33,66	32,56	33,63
'IAPAR 20'	Inorgânica	40,60	37,35	37,40	38,02	38,34 <sup>A</sup>
	Orgânica	38,08	33,03	30,08	35,73	34,22 <sup>B</sup>
	Média	39,34	35,19	33,74	36,88	36,28

\* As médias seguidas da mesma letra maiúscula, na vertical, e minúscula na horizontal, não diferem significativamente, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para cada cultivar.

TABELA 35. EFEITOS DAS FORMAS DE ZINCO SOBRE O NÚMERO DE VAGENS POR PLANTA DOS CULTIVARES DE FEIJÃO, NO CAMPO, MÉDIA DE QUATRO REPETIÇÕES, UFPR, PIRAQUARA, PR, 1988/89\*

Cultivar	Forma de Zinco	N í v e i s				Média
		1	2	3	4	
'FT 398'	Inorgânica	10,58	8,40	11,23	9,70	9,98
	Orgânica	9,15	11,20	10,32	8,67	9,84
	Média	9,87	9,80	10,77	9,19	9,91
'FT 120'	Inorgânica	10,10	9,55	9,23	11,63	10,30 <sup>A</sup>
	Orgânica	9,30	7,70	10,35	8,33	8,92 <sup>B</sup>
	Média	9,70	8,63	9,83	9,98	9,61
'IAPAR 20'	Inorgânica	7,63	6,05	7,30	7,38	7,09
	Orgânica	7,18	5,60	6,08	6,10	6,24
	Média	7,41	5,83	6,69	6,74	6,66

\* As médias seguidas da mesma letra maiúscula, na vertical, e minúscula na horizontal, não diferem significativamente, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para cada cultivar.

#### 4.4.5 Peso de 100 Sementes

Os efeitos das formas de zinco sobre o peso de 100 sementes, para os três cultivares estão na Tabela 36. Observa-se que houve diferença significativa apenas para o cv. 'FT 120', sendo que as melhores médias foram obtidas com a forma inorgânica.

#### 4.4.6 Produção de Grãos

Os efeitos das formas de zinco sobre o rendimento por planta dos cultivares de feijão estão na Tabela 37. Vê-se que apenas o cv. 'FT 398' não apresentou diferença significativa para forma de zinco, os outros dois cultivares responderam significativamente sendo, as maiores médias obtidas com a forma inorgânica.

O cv. 'FT 120' teve o maior rendimento de grãos por planta e o cv. 'IAPAR 20' foi o pior.

Na Tabela 38 encontram-se as equações de regressão do rendimento por planta em relação ao número de vagens por planta, número de sementes por vagem e peso de 100 sementes. Foram encontrados coeficientes de determinação altamente significativos para todos os cultivares, apesar da equação para o cv. 'IAPAR 20' apresentar  $r^2 = 0,66$ . Isto significa que as equações ajustadas representam bem a relação entre o rendimento e seus componentes.

Os dados do rendimento por parcela foram extrapolados para kg/ha e encontram-se nas Figuras 14 e 15. Os resultados não permitem identificar diferenças significativas, porém, houve tendência de as melhores produções ocorrerem com a for

TABELA 36. EFEITOS DAS FORMAS DE ZINCO SOBRE O PESO DE 100 SEMENTES (g), DOS TRÊS CULTIVARES DE FEIJÃO, NO EXPERIMENTO DE CAMPO, MÉDIA DE QUATRO REPETIÇÕES, UFPR, PIRAQUARA, PR, 1988/89\*

Cultivar	Forma de Zinco	Níveis				Média
		1	2	3	4	
'FT 398'	Inorgânica	18,34	18,31	18,71	18,58	18,48
	Orgânica	17,75	19,45	19,74	17,65	18,65
	Média	18,04	18,88	19,22	18,12	18,57
'FT 120'	Inorgânica	20,70	20,57	21,13	20,37	20,69 <sup>A</sup>
	Orgânica	18,27	18,72	19,51	18,95	18,86 <sup>B</sup>
	Média	19,48	19,65	20,32	19,66	19,78
'IAPAR 20'	Inorgânica	16,51	16,28	17,02	17,08	16,72
	Orgânica	15,63	16,51	16,69	16,58	16,35
	Média	16,07	16,39	16,86	16,83	16,54

\* As médias seguidas da mesma letra maiúscula, na vertical, e minúscula na horizontal, não diferem significativamente, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para cada cultivar.

TABELA 37. EFEITOS DAS FORMAS DE ZINCO SOBRE O REDIMENTO (g) POR PLANTA DOS TRÊS CULTIVARES DE FEIJÃO, EM CONDIÇÕES DE CAMPO, MÉDIA DE QUATRO REPETIÇÕES, UFPR, PIRAQUARA, 1988/89\*

Cultivar	Forma de Zinco	N í v e i s				Média
		1	2	3	4	
'FT 398'	Inorgânica	9,38	6,60	10,48	8,76	8,80
	Orgânica	8,24	10,51	10,05	7,51	9,07
	Média	8,81	8,55	10,27	8,13	8,94
'FT 120'	Inorgânica	10,97	9,62	10,79	12,23	10,90 <sup>A</sup>
	Orgânica	8,83	7,80	10,62	7,89	8,79 <sup>B</sup>
	Média	9,90	8,70	10,70	10,06	9,84
'IAPAR 20'	Inorgânica	6,03	5,03	5,03	5,03	5,35 <sup>A</sup>
	Orgânica	5,08	3,72	4,03	4,30	4,28 <sup>B</sup>
	Média	5,55	4,38	4,53	4,67	4,82

\* As médias seguidas da mesma letra maiúscula, na vertical, e minúscula na horizontal, não diferem significativamente, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para cada cultivar.

TABELA 38. EQUAÇÕES DE REGRESSÃO PARA RENDIMENTO POR PLANTA E COMPONENTES DO RENDIMENTO PARA ZINCO NAS FORMAS INORGÂNICA E ORGÂNICA, PARA OS TRÊS CULTIVARES DE FEIJÃO, NO CAMPO, UFPR, PIRAQUARA, PR, 1988/89

Cultivar	Formas de Zinco	Equações de Regressão $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3$	Coefficiente da Correlação R**	Coefficiente de Determinação R <sup>2</sup> **
'FT 398'	Inorgânica	$y = -18,687 + 1,008 x_1 + 1,625 x_2 + 0,535 x_3$	0,99	0,99
	Orgânica	$y = -15,218 + 0,896 x_1 + 1,316 x_2 + 0,490 x_3$	0,99	0,99
'FT 120'	Inorgânica	$y = -14,764 + 1,093 x_1 + 1,403 x_2 + 0,351 x_3$	0,99	0,97
	Orgânica	$y = -5,954 + 0,966 x_1 - 0,542 x_2 + 0,467 x_3$	0,96	0,93
'IAPAR 20'	Inorgânica	$y = -2,128 + 0,595 x_1 + 0,499 x_2 + 7,509 x_3$	0,81	0,66
	Orgânica	$y = -4,794 + 0,750 x_1 + 0,616 x_2 + 0,105 x_3$	0,97	0,94

\*\* Todos os valores são significativos ao nível de 1%

y = Rendimento (g/planta)

x<sub>1</sub> = Número de vagem por planta

x<sub>2</sub> = Número de sementes por vagem

x<sub>3</sub> = Peso de 100 sementes



FIGURA 14. EFEITOS DOS NÍVEIS DE ZINCO NA FORMA INORGÂNICA SOBRE O RENDIMENTO MÉDIO DOS cvs. 'IAPAR 20', 'FT 398' E 'FT 120', EM EXPERIMENTO NO CAMPO, UFPR, PIRAQUARA, PR, 1988/89

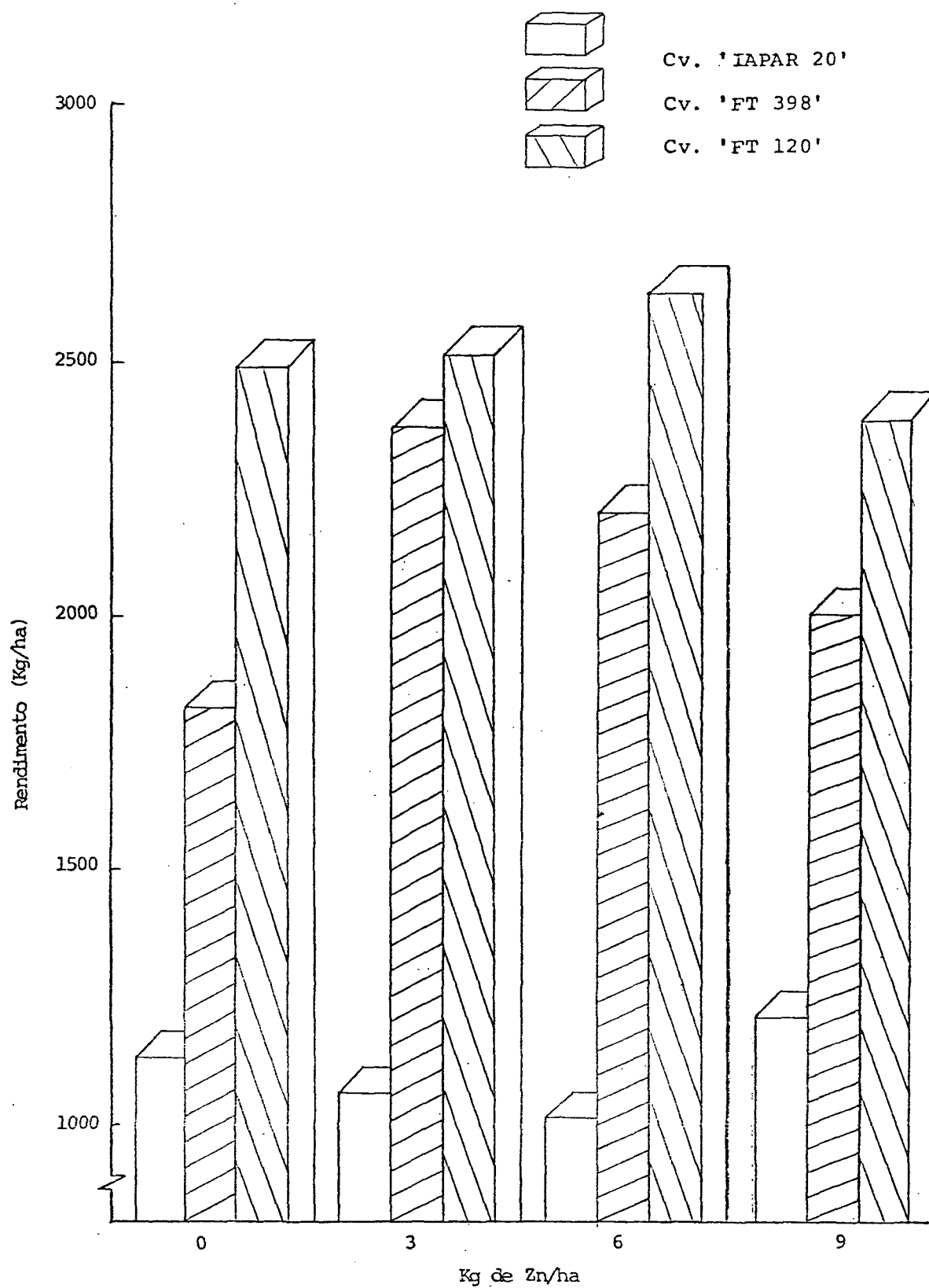
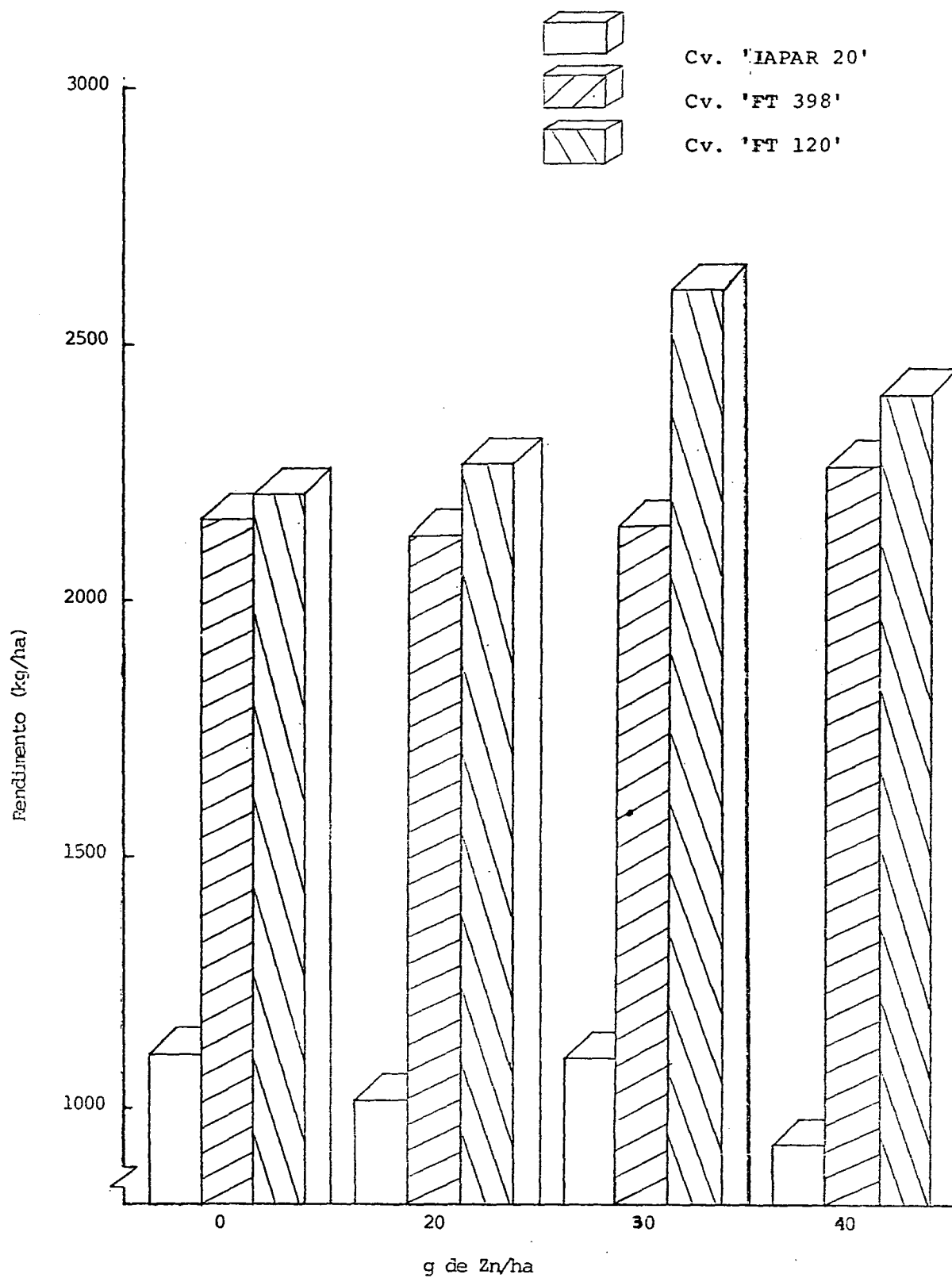


FIGURA 15. EFEITOS DOS NÍVEIS DE ZINCO NA FORMA ORGÂNICA SOBRE O RENDIMENTO MÉDIO DOS cvs. 'IAPAR 20', 'FT 398' E 'FT 120', EM EXPERIMENTO NO CAMPO, UFPR, PIRAQUARA, PR, 1988/89



ma inorgânica de zinco. Entre os cultivares estudados o 'FT 120' foi o mais produtivo com média de 2.425 kg/ha, seguido do 'FT 398' com 2.123 kg/ha e do cv. 'IAPAR 20' com 1.066 kg/ha.

Vê-se pela Figura 14 que para o cv. 'FT 398' a melhor média foi a de 2.365 kg/ha, obtida com o nível equivalente a 3 kg de Zn/ha na forma inorgânica, sendo superior em 30,21% (549 kg/ha) ao nível zero, e o cv. 'FT 120' teve maior rendimento (2.629 kg/ha) com o nível equivalente a 6 kg/ha de Zn/ha na forma inorgânica com ganho de 5,71% (142 kg/ha) em relação ao nível zero. A forma orgânica de zinco não teve efeito na produção de grãos no campo, isto está de acordo com os resultados obtidos por BULISANI et alii<sup>14</sup>.

#### 4.4.7 Teor de Zinco nas Folhas

Os efeitos das formas, dos níveis de zinco e da interação entre elas sobre o teor de zinco nas folhas dos três cultivares encontram-se na Tabela 39. Verifica-se que a interação foi altamente significativa para o cv. 'FT 398' identificando-se melhores médias para o zinco na forma inorgânica. Os teores variaram de 34 a 45 ppm de Zn nas folhas o que pode ser considerado normal para os feijoeiros segundo HOWLER<sup>39</sup>; FLOR<sup>29</sup>; MELTON<sup>59</sup>; TRANI et alii<sup>101</sup>; WILCOX & FAGERIA<sup>112</sup>). Com base nos teores foliares verifica-se que o zinco não influenciou a produção de grãos.

Para os cvs. 'FT 120' e 'IAPAR 20' as diferenças significativas ocorreram apenas para as formas de zinco sendo a inorgânica melhor que a orgânica.

TABELA 39. TEOR DE ZINCO, EM ppm, NAS FOLHAS DE TRÊS CULTIVARES DE FEIJÃO, NO CAMPO, MÉDIA DE QUATRO REPETIÇÕES, UFPR, PIRAQUARA, PR, 1988/89\*

Cultivar	Forma de Zinco	Níveis				Média
		1	2	3	4	
'FT 398'	Inorgânica	34,13 <sup>A</sup> <sub>c</sub>	39,00 <sup>A</sup> <sub>bc</sub>	45,25 <sup>A</sup> <sub>a</sub>	45,00 <sup>A</sup> <sub>ab</sub>	40,84
	Orgânica	36,25 <sup>A</sup> <sub>a</sub>	39,63 <sup>A</sup> <sub>a</sub>	38,38 <sup>A</sup> <sub>a</sub>	35,63 <sup>B</sup> <sub>a</sub>	37,47
	Média	35,19	39,32	41,82	40,32	39,16
'FT 120'	Inorgânica	33,20	37,13	36,63	34,25	35,30 <sup>A</sup>
	Orgânica	31,88	29,75	33,75	32,38	31,94 <sup>B</sup>
	Média	32,54	33,44	35,19	33,32	33,62
'IAPAR 20'	Inorgânica	26,38	32,75	35,75	39,38	33,56 <sup>A</sup>
	Orgânica	27,00	29,50	28,75	32,50	29,63 <sup>B</sup>
	Média	26,69 <sub>cd</sub>	31,13 <sub>b</sub>	32,25 <sub>ab</sub>	35,94 <sub>a</sub>	31,59

\* As médias seguidas da mesma letra maiúscula, na vertical, e minúscula na horizontal, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para cada cultivar.

#### 4.4.8 Teor de Zinco nas Sementes

Os resultados das análises dos teores de zinco nas sementes utilizadas para a instalação do experimento de campo apresentaram valores da ordem de 28,70; 45,70 e 34,20 ppm para os cultivares 'FT 398', 'FT 120' e 'IAPAR 20', respectivamente. Pode-se verificar que a variabilidade é grande, não sendo novidade, já que, FEITOSA et alii<sup>28</sup> trabalhando com o cv. 'Carioca' encontraram 36,50 e 37,90 ppm, BROUWER et alii<sup>12</sup>, encontraram nos cultivares 'Kerman', 'Gallaroy', 'Selection 39', 'Selection 51' e 'Selection 46', respectivamente, teores de 18,30; 16,60; 18,00; 24,20 e 23,50 ppm de Zn nas sementes.

## 5 CONCLUSÕES

1. Nos experimentos em casa-de-vegetação verificou-se que o cv. 'IAPAR 20' não respondeu a adubação com zinco, já os cvs. 'FT 398' e 'FT 120' responderam, podendo ser considerados, estes como sensíveis e aquele como não sensível ao micronutriente, ou seja, existe variabilidade genética entre os cultivares avaliados.

2. Os maiores incrementos no rendimento por planta foram identificados na forma orgânica com 30 g de Zn/ha no experimento em casa-de-vegetação e com 40 g de Zn/ha no residual, neste caso, possivelmente função da associação com outros fatores.

3. Na comparação entre os resultados médios do rendimento por planta do primeiro experimento em casa-de-vegetação com o residual observou-se que o cv. 'FT 398' teve perda de 26%, o cv. 'IAPAR 20' não teve qualquer alteração e o cv. 'FT 120' teve ganho de 2,7%.

4. No experimento de campo as melhores respostas foram do cv. 'FT 120' para a forma inorgânica de zinco.

5. De modo geral o rendimento por planta foi bem repre-

sentado pelos seus componentes número de vagens por planta, número de sementes por vagem e peso de 100 sementes.

6. Os níveis de zinco na forma inorgânica influenciaram os teores de zinco total e disponível e o teor de zinco disponível correlacionou-se com o teor deste micronutriente nas folhas dos feijoeiros.

7. Observa-se nítida influência da forma inorgânica de zinco sobre os teores deste micronutriente nas folhas dos três cultivares de feijão.

8. Os teores de zinco encontrados nas folhas dos feijoeiros estão entre os considerados normais para a cultura.

## ABSTRACT

The response of three dry bean (Phaseolus vulgaris L.) cultivars to different levels and sources of Zn was investigated in greenhouse and field trials. The soil was a clayey Cambissolo, originated from Pleistocene-age sediments, with 0.5ppm Zn available. Base fertilization was 40 kg N/ha (urea), 90 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha (simple superphosphate) and 30 kg K<sub>2</sub>O/ha (potassium chloride). Statistical design for the greenhouse trials was entirely randomized with three repetitions, whereas the field trials had a randomized block design with four repetitions. Treatments were the combination of two source and four levels of Zn. Levels of the inorganic source were equivalent to 0, 3, 6 and 9 kg Zn/ha as zinc sulphate, applied to the soil. The organic source had levels of 0, 20, 30 and 40 g Zn/ha applied as seed coating of MIQL 2711/87. Leaf Zn content and seed yield of the three dry bean cultivars was evaluated for the greenhouse and field trials. In addition, total Zn, available Zn, and residual effects were determined for the greenhouse trials. Cultivars 'FT 398' and 'FT 120' responded to Zn fertilization in the greenhouse trials, with the highest yield grain per plant for the organic source at 30 g Zn/ha in the initial experiment and 40 g Zn/ha when testing for the residual effects. In the field trials the inorganic source was better for the cultivar 'FT 120'. Zn levels from the inorganic source influenced total and available Zn contents. Available Zn was correlated with leaf Zn contents. Leaf Zn contents are considered normal and the cultivars showed genetic variability to Zn fertilization response.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALBERINI, J.L.; KRANZ, W.M.; OLIARI, L.; BIANCHINI, A. 'IAPAR 5 - Rio Piquiri' e 'IAPAR 7 - Rio Vermelho', novas variedades de feijoeiro para o Estado do Paraná. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, v. 18, n. 4, p. 393-4, 1983.
2. ALMEIDA, L.D'A. de; BULISANI, E.A.; RONZELLI JÚNIOR, P.; CASTRO, J.L.; VIEIRA, A.A. Influência de espaçamento de plantio na produção do feijoeiro das águas. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1., 1982. Goiânia. Anais... Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1982. p. 112-3.
3. AMBLER, J.E. & BROWN, J.C. Cause of differential susceptibility to zinc deficiency in two varieties of navy beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Agrono. J., v. 61, p. 41-3, 1969.
4. ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro : IBGE, v. 48, 1987-1988. 739 p., p. 345.
5. BARBOSA Fº, M.P. Nutrição e adubação do arroz (sequeiro e irrigado). Piracicaba: POTAFOS, 1987. 120 p. (Boletim Técnico, n. 9).
6. BATAGLIA, O.C. Micronutrientes: disponibilidade e interações. In: SIMPÓSIO ENXOFRE E MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1988. Londrina. Anais... Londrina : EMBRAPA- CNPSo/IAPAR/SBCS, 1988. 448 p., p. 121-132.
7. \_\_\_\_\_.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P.R.; GALLO, J.R. Métodos de análise química de plantas. Campinas : Instituto Agrônômico, 1983. 48 p. (Boletim técnico, n. 78).
8. BATISTA, C.M.; BRUNE, W. & BRAGA, J.M. Efeito da população de plantas e da época de plantio no crescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.): V - Absorção de micronutrientes. Experientiae, Viçosa, v.19, n.3, p. 33-57, fev. 1975.

9. PAUMGARTENER, G. Tolerância da planta de trigo à aplicação de zinco, em condições de casa de vegetação. Bragantia, Campinas, v. 34, n. 6, p. 11-13, abr. 1975. (Nota n. 3).
10. BOHN, H.L.; McNEAL, B.L.; O'CONNOR, G.A. Important Ions. In: \_\_\_\_\_. Soil Chemistry. New York : J. Wiley, 1979. p. 273-275.
11. BRASIL SOBRINHO, M.O.C. do; FREIRE, O.; SILVEIRA, R.I. Zinco em alguns solos de Piracicaba. Avaliação por testes químicos. Rev. Agricultura, Piracicaba, v.54, n. 4, p. 217-235, 1979.
12. BROUWER, H.M.; STEVENS, G.R.; FLETCHER, J.G. Differential varietal response to zinc foliar sprays in navy beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences, v. 38, n. 2, p. 179-85, 1981.
13. BROWN, A.L.; QUICK, J.; EDDINGS, J.L. A comparison of analytical methods for soil zinc. Soil Sci. Soc. Am. Proc., v. 35, p. 105-107, 1971.
14. BULISANI, E.A.; CASTRO, J.L. de.; ALMEIDA, L.D'A. de. Tratamento de sementes de feijão com misturas de nutrientes Quimol e Biocrop L. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 2., 1987. Goiânia. Resumos ... Goiânia : EMBRAPA - CNPAF, 1987. np. (Resumo 62).
15. BUZETTI, S. & SÁ, M.E. de. Estudo de diferentes doses de FTE BR-9 na cultura de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1., 1982. Goiânia. Anais... Goiânia : EMBRAPA/CNPAF, 1982. p. 164-165.
16. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; BOLONHEZ, A.C.; LEITÃO, P.E.K.; MORELLO, S.; DESIDÉRIO, N.D. Efeitos da matéria orgânica e de micronutrientes na produção da cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em um solo sob vegetação de cerrado. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1., 1982. Goiânia. Anais... Goiânia : EMBRAPA/CNPAF, 1982. p. 166-68.
17. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; MORELLO, S. & DESIDÉRIO, N.D. Efeito de micronutrientes na cultura do feijoeiro cv. carioca. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1., 1982. Goiânia. Anais.... Goiânia, EMBRAPA/CNPAF, 1982. p. 173-75.

18. CHAGAS, J.M.; VIEIRA, C.; BARTHOLO, G.E. Comportamento da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) no outono-inverno. Rev. Ceres, Viçosa, v. 30, n. 169, p. 224-31, 1983.
19. CHAGAS, J.M. Plantio. In: ZIMMERNANN, M.J. de O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba : POTAFOS, 1988. 589 p., p. 303-16.
20. COX, F.R. & KAMPRATH, E.J. Pruebas de micronutrientes en suelos. In: MORTVEDT, J.J.; GIORDANO, P.M.; LINDSAY, W.L. Micronutrientes en Agricultura. México : AGT, 1983. p. 317-48 .
21. DECHEN, A.R. Micronutrientes: funções nas plantas. In: SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1988, Jaboticabal. Versão Preliminar... Jaboticabal : FCAV/UNESP - IAC - ANDA - POTAFOS, 1988. v.1, 448 p., p. 111-132.
22. \_\_\_\_\_. Mecanismos de absorção e translocação de micronutrientes. In: SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1988, Jaboticabal. Versão Preliminar... Jaboticabal : FCAV/UNESP - IAC - ANDA - POTAFOS, 1988. v.1, 448 p., p. 133-166.
23. DUARTE, R.A. & ADAMS, M.W. A path coefficient analysis of some yield component interrelations in field beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Crop Science, Madison, v. 12, 5, p. 579-82, 1972.
24. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, Goiânia, GO. Recomendações técnicas para o cultivo do feijoeiro. Goiânia, 1981. 43 p. (EMBRAPA/CNPAP. Circular Técnica, n. 13).
25. FAGERIA, N.K. & KLUTHCOUSKI, J. Metodologia para avaliação das cultivares de arroz e feijão, para condições adversas de solo. Goiânia : EMBRAPA-CNPAP, 1980. 22 p. (EMBRAPA/CNPAP. Circular Técnica, n. 8).
26. FARIA, R.T. & KRANZ, W.M. Determinação de espaçamentos de densidades adequadas para cultivares de diferentes portes. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1., 1982. Goiânia. Anais... Goiânia : EMBRAPA-CNPAP, 1982. p. 118-119.

27. FASSBENDER, H.W. Elementos Menores. In: \_\_\_\_\_. Química de Suelos con énfasis en suelos da América Latina. Costa Rica : IICA, 1986. p. 362-80.
28. FEITOSA, C.T.; RONZELLI JR.; P.; ALMEIDA, L.D'A. de.; VEIGA, A.A.; HIROCE, R.; JORGE, J.P.N. Adubação NP para o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) na presença e na ausência de calcário. R. Bras. Ci. Solo, v. 4, n. 2, p. 156-159, 1980.
29. FLOR, C.A. El diagnóstico de problemas en frijol. In: LÓPEZ, M.; FERNANDEZ, F. & SCHOONHOVEN, A. van. Frijol: investigación y producción. Cali : CIAT, 1985. p. 385-400.
30. FLORES, R.A.; BORNEMISZA, E.; ALVARADO, A. Influência de las propiedades de suelos del Pacífico Sur sobre su contenido de cationes menores. II. Cobre e zinc extraíbles. Turrialba, v. 29, n. 2, p. 105-110, abr./jun., 1979.
31. FUNDAÇÃO CARGILL. Micronutrientes. Campinas, 1982. 124 p.
32. GALRÃO, E.Z. & MESQUITA Fº, M.V. de. Efeito de fontes de zinco na produção de matéria seca do milho em solo sob cerrado. R. Bras. Ci. Solo, v.5, p. 167-170, 1981.
33. GOEPFERT, C.F. & KUSSOW, W.F. A necessidade de aplicar enxofre e microelementos em oito solos do Rio Grande do Sul. Agron. Sulriograndense, Porto Alegre, v. 7, p. 149-156, 1971.
34. GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. 4.ed. Piracicaba : Nobel, 1970. 430 p.
35. GUEDES, A.H. Respuesta relativa de la soya y el frijol a aplicación de nutrientes en un suelo de la série "Valle" bajo condiciones de invernadero. Acta Agron., Palmira, v. 10, n. 3-4, p. 305-329, jul./dez., 1960.
36. HILDEBRAND, C. Manual de análise química de solos e plantas. Curitiba : UFPR, 1976/77. 225 p.
37. HODGSON, J.F. Chemistry of the micronutrient elements in soils. Advances in Agronomy, v. 15, p. 119-159, 1963.

38. HOROWITZ, A. & DANTAS, H.S. Geoquímica dos elementos menores nos solos de Pernambuco. IV. Zinco na zona Litoral-Mata. Pesq. Agropec. bras., Série Agronômica, Brasília, v. 11, p. 27-35, 1976.
39. HOWELER, R.H. Desórdenes nutricionales. In: SCHWARTZ, H.F. E. GÁLVEZ, G. Problemas de producción del frijol: enfermedades, insectos, limitaciones edáficas y climáticas de *Phaseolus vulgaris* L. Cali : CIAT, 1980. p. 341-62.
40. JAKSON, M.L. Soil chemical analysis. Advanced Course. Dept. of Soil. University of Wis, 1958. 991 p.
41. JUNQUEIRA NETO, A. & ABREU, A. de F.B. Adubação de feijoeiro. Inf. Agropec., Belo Horizonte, v. 8, n. 90, p. 7-8, jun. 1982.
42. \_\_\_\_\_.; & MENDES, J.E.S. Efeito do zinco sobre a produtividade e seus componentes no feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 2., 1987, Goiânia. Resumos... Goiânia : EMBRAPA-CNPAP, 1987. np. (Resumo 60).
43. LANTMANN, A.F. & MEURER, E.J. Avaliação da disponibilidade de zinco no solo através de soluções extratoras. Agronomia Sulriograndense, Porto Alegre, v. 16, n. 2, p. 329-330, 1980.
44. LINDSAY, W.L. Chemical equilibria in soils. New York : J. Wiley, 1979. 449 p.
45. \_\_\_\_\_. Zinc in soils and plant nutrition. Advanced in Agronomy, v. 24, p. 147-186, 1982.
46. LOPES, A.S. Uso eficiente de fertilizantes com micronutrientes. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1984, Brasília. Anais... Brasília : EMBRAPA, 1984. 642 p., p. 347-382.
47. \_\_\_\_\_. Micronutrientes nos solos e culturas brasileiras. In: SEMINÁRIO: P, Ca, Mg, S e MICRONUTRIENTES. Situação atual e perspectivas na agricultura, 1986. São Paulo. Anais... São Paulo : Manah, 1986. 144 p., p. 110-142.
48. \_\_\_\_\_. & COX, F.R. A survey of the fertility status of surface soils under "cerrado" vegetation in Brazil. Soil Sci. Soc. Am. J., v. 41, n. 4, p. 742-7, 1977.

49. LUCHESE, E.B. Disponibilidade do cobre e zinco para as plantas nos solos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre : 1985. 106 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Setor de Química do Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 1985.
50. MACHADO, P.L.O.A. & PAVAN, M.A. Adsorção de zinco por alguns solos do Paraná. R. Bras. Ci. Solo, Campinas, v. 11, n. 3, p. 253-256, 1987.
51. MAFFIA, L.M. & AMARAL, M.S.R. Feijão: valor nutritivo e uso na alimentação. Inf. Agropec., Belo Horizonte, v.8, n. 90, p. 62-64, jun. 1982.
52. MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo : Ceres, 1980. 254 p.
53. \_\_\_\_\_. Manual de química agrícola, adubos e adubação. 3.ed. São Paulo : Ceres, 1981. 596 p.
54. \_\_\_\_\_. Exigências nutricionais das plantas e necessidades de fertilizantes e de corretivos. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1984, Brasília. Anais... Brasília : EMBRAPA/ANDA/POTAFOS, 1984. 642 p., p. 159-178.
55. \_\_\_\_\_; BOARETTO, A.E.; PAULINO, V.T. Micronutrientes - uma visão geral. In: SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1988, Jaboticabal. Versão Preliminar... Jaboticabal : FCAV/UNESP-IAC-ANDA-POTAFOS, 1988, v.1, 448 p. p. 1-74.
56. \_\_\_\_\_. & KLIEMANN, H.J. Desordens nutricionais no cerrado. Piracicaba : POTAFOS, 1985. 136 p.
57. \_\_\_\_\_. ; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A.de. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba : POTAFOS, 1989. 201 p.
58. MEDINA, J.C. Aspectos gerais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FEIJÃO, 1971, Campinas. Anais... Campinas, 1972. p. 1-106.
59. MELTON, J.R. Zinc levels in soils as related to zinc uptake and yield of *Phaseolus vulgaris* L. Tese Ph.D. East Lansing, Michigan State University, 1968. 94 p. (Extraído de: Resúmenes Analítico sobre Fríjol (Phaseolus vulgaris L.). Cali, CIAT, v. 11, n. 2, p.36, 1986).

60. MELTON, J.P.; ELLIS, B.G.; DOLL, E.R. Zinc, phosphorus and lime interactions with yield and zinc uptake by *Phaseolus vulgaris*. Soil Sci., v. 34, n. 1, p. 91-93, 1970.
61. MELLO, F.A.F.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C. do; ARZOLLA, S.; SILVEIRA, R.I.; COBRA NETTO, A.; KIEHL, J.C. Fertilidade do solo. São Paulo : Nobel, 1983. 400 p.
62. MENGEL, K. & KIRKBY, E.A. Principles of plant nutrition. Bern : Intern. Potash Institute, 1987. 687 p.
63. MICROQUÍMICA INDÚSTRIAS QUÍMICAS LTDA. Biocrop L. São Paulo: Microquímica Indústrias Químicas, s.d. 32 p.
64. MIYASAKA, S.; FREIRE, E.S.; ALVES, S. & ROCHA, T.R. Adubação mineral do feijoeiro. III. Efeitos de N, P, K, da calagem e de uma mistura de enxofre e micronutrientes, em solo Massapê-Salmourão. Bragantia, v. 25, n. 15, p. 179-88, ago. 1966.
65. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; IGUE, T.; CAMPANA, M. Adubação mineral do feijão II. Efeitos de N, P, K, da calagem e de uma mistura de micronutrientes, em Terra Roxa Misturada. Bragantia, v. 25, n. 13, p. 145-59, 1966.
66. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; MASCARENHAS, H.A.A.; IGUE, T.; PARANHOS, S.B. Adubação mineral do feijoeiro. X. Efeito de N, P, K, S e de uma mistura de micronutrientes, em Terra Roxa Legítima e Terra Roxa Misturada. Bragantia, v. 26, n. 21, p. 287-302, 1967.
67. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; PERRINELLI, A.; IGUE, T. Adubação mineral do feijoeiro. VIII. Efeitos de N, P, K, S e de uma mistura de micronutrientes em novas experiências conduzidas em Tatuí e Tietê. Bragantia, v. 25, n. 36, p. 393-405, 1965.
68. \_\_\_\_\_.; IGUE, T.; & FREIRE, E.S. Adubação do feijoeiro em solo derivado do arenito Bauru. Bragantia, v. 24, n. 20, p. 231-45, 1965.
69. \_\_\_\_\_. & MASCARENHAS, H.A.A. Adubação mineral do feijoeiro. VI. Efeitos de N, P, K, S e de uma mistura de micronutrientes em solo Massapê-Salmourão. Bragantia, v. 25, n. 34, p. 371-84, 1966.

70. MIYASAKA, S.; MASCARENHAS, H.A.A.; FREIRE, E.S.; IGUE, T.; DI SORDI, G. Adubação mineral do feijoeiro. IX. Efeitos de N, P, K, S e de uma mistura de micronutrientes, em Terra Roxa Misturada previamente tratada, ou não, com calcário dolomítico e adubação verde com labelabe. Bragantia, v. 26, n. 12, p. 161-80, 1967.
71. \_\_\_\_\_.; PETTINELLI, A.; FREIRE, E.S.; IGUE, T. Adubação mineral do feijoeiro. IV. Efeitos de N, P, K, da calagem e de uma mistura de enxofre e micronutrientes, em Tietê e Tatuí. Bragantia, v. 25, n. 27, p. 297-305, 1966.
72. MOURA, P.A.M. de. Aspectos econômicos da cultura do feijão. Inf. Agropec., Belo Horizonte, v. 8, n. 90, p. 3-6, 1982.
73. MURAOKA, T. Avaliação dos teores totais de zinco e manganês do solo. R. Bras. Ci. Solo, Campinas, v.8, p. 155-158, 1984.
74. MURAOKA, T.; NEPTUNE, A.M.L. & NASCIMENTO FILHO, V. F. Avaliação da disponibilidade de zinco e de manganês do solo para o feijoeiro. I. Zinco. Rev. Bras. Ci. Solo, Campinas, v. 7, n. 2, p. 167-76, 1983.
75. NAIR, G.G.K. & MEHTA, B. Status of zinc in soils of Western India. Soil Sci., v. 87, n. 3, p. 155-160, 1969.
76. NAKAGAWA, J.; NAKAGAWA, J.; BRINHOLLI, O.; MACHADO, J.R.; MARCONDES, D.A.S.; ROSOLEM, C.A. Comportamento de algumas cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) na presença e ausência de micronutrientes. Experimento II. Ecossistema, Botucatu, v. 6, n. 1, p. 13-19, set. 1981.
77. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; MACHADO, J.R.; BRINHOLLI, O.; MARCONDES, D.A.S. Comportamento de algumas cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) na presença e ausência de micronutrientes. Experimento I. Científica, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 67-71, 1981.
78. NOGUEIRA, O.L.; CRISOSTOMO, L.A. & PAIVA, J.B. Deficiências de micronutrientes essenciais e toxidez de alumínio e manganês em feijão de corda. I. Sintomas visuais. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, v. 17, n. 4, p. 559-64, abr. 1982.



79. OLIVEIRA, I.P. de; KLUTCHCOUSKI, J. & CARVALHO, J.R.P. de. Efeitos de macro e micronutrientes na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em Latossolo Vermelho Escuro. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1., Goiânia. Anais... Goiânia, EMBRAPA/CNPAF, 1982. p. 214-16.
80. \_\_\_\_\_. & MALAVOLTA, E. Uso de  $^{32}\text{P}$  nos testes de sensibilidade do feijoeiro ao alumínio. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, v. 18, n. 2, p. 91-104, 1983.
81. OLMOS ITURRI, L.J.; CARDOSO, A.; CARVALHO, A.P.; HOCHMÜLER, D.P.; FASOLO, P.J.; RAUEN, M.J. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná. Londrina : EMBRAPA/SNLCS/IAPAR, 1984. v. 2, p. 415-791. (Boletim Técnico 57 EMBRAPA, 16 IAPAR).
82. OLSEN, S.R. Interacciones de los micronutrientes, In: MORTVEDT, J.J.; GIORDANO, P.M. & LINDSAY, W.L. Micro-nutrientes en Agricultura. México : AGT, 1983. 742 p., p. 267-90.
83. PEREIRA, J.; VIEIRA, I.F.; MORAES, E.A.; REGO, A.S. Níveis de sulfato de zinco em milho (*Zea mays*) em solos de campos cerrados. Pesq. Agropec. Bras., Ser. Agron., Rio de Janeiro, v. 8, n. 7, p. 187-91, 1973.
84. POLSON, D.E.; ADAMS, M.W. Differential response of navy beans (*Phaseolus vulgaris* L.) to zinc. I. Differential growth and elemental composition at excessive Zn levels. Agron. J., v. 62, p. 557-560, set./out., 1970.
85. POMPEU, A.S. Catu, Aeté-3, Aroana 80, Moruna 80, Carioca 80 e Aysô: novos cultivares de feijoeiro. Bragantia, Campinas, v. 41, p. 213-218, 1982. (Nota n. 5).
86. QURESHI, J.N. Critical levels of N and P in bean leaves and the removal of some macro and micronutrients by bean crop. Nairobi, Kenya, National Agricultural Laboratories. 8 p. 1979. (Extraído de: Resúmenes Analíticos sobre Fríjol (*Phaseolus vulgaris*), Cali : CIAT, v.9, n. 3, p. 16-17, dez. 1984).
87. RAIJ, B. van.; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M.E.; LOPES, A.S.; BATAGLIA, O.C. Análise química do solo para fins de fertilidade. Campinas : Fundação Cargill, 1987. 170 p.

88. RASMUSSEN, P.E. & BOAWN, L.C. Zinc seed treatment as a source of zinc for beans (*Phaseolus vulgaris*). Agrono. J., v. 61, p. 674-6, set./out., 1969.
89. RITCHEY, K.D.; COX, F.R.; GALRÃO, E.Z.; YOST, R.S. Disponibilidade de zinco para as culturas do milho, sorgo e soja em Latossolo Vermelho Escuro argiloso. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, v. 21, n. 3, p. 215-225, mar. 1986.
90. ROMERO, L. El zinc en el sistema suelo-planta: revision. An. Edafol. Agrobiol., p. 1335-1368, 1986.
91. RONZELLI JÚNIOR, P. Resposta de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) à calagem e adubação fosfatada. Viçosa-MG : 1985, 63 p. Dissertação (Doutorado em Fitotecnia) - Curso de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, 1985.
92. ROSOLEM, C. Nutrição e adubação do feijoeiro. Boletim Técnico POTAFOS, Piracicaba, n. 8, 1987. 98 p.
93. SANTOS Fº, A. Zinco total em alguns solos do Estado do Paraná. Rev. Set. Ci. Agrárias, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 1-3, 1983.
94. SANTOS, O.S.; ESTEFANEL, V.; CAMARGO, R.P.; TRINDADE, A.D.M.; REGINATO, E.F.; WEISS, A.C.S.; ZAGO, A. Efeito da aplicação de molibdênio e de zinco em sementes de soja sobre o teor desses micronutrientes. In: UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA. Fundação de Apoio à Tecnologia e Ciência. Soja: relatório de pesquisa do Centro de Ciências Rurais, Santa Maria, 1986. p. 39-44.
95. SHUMAN, L.M. Zinc, manganese and copper in soil fractions. Soil Sci., v. 127, n. 1, p. 10-17, 1979.
96. SILVA, A.R. da; ANDRADE, J.M.V. de. Correlações entre os teores de nutrientes nas folhas do arroz e rendimento em Latossolo Vermelho Amarelo. Pesq. Agrop. Bras., Brasília, v. 22, n. 2, p. 152-162, fev. 1987.
97. SOUZA, E.C.A. de. & FERREIRA, M.E. Zinco no solo. In: SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1988, Jaboticabal. Versão Preliminar... Jaboticabal : FCAV/UNESP - IAC - ANDA- POTAFOS, 1988. v.1, 448 p., p. 279-318.

98. SUHET, A.R. & NEPTUNE, A.M.L. Efeito do ferro ( $^{59}\text{Fe}$ ) e do zinco ( $^{65}\text{Zn}$ ) e da natureza de três tipos de solos na produção de matéria seca e na composição química do feijoeiro cv. carioca e na fixação do nitrogênio atmosférico por esta leguminosa. Anais da ESALQ, Piracicaba, v. 36, p. 1-42, 1979.
99. STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. Principles and procedures of statistics. New York : McGraw Hill, 1960. 481 p.
100. STEVENSON, F.J. & ARDAKANI, M.S. Organic matter reactions involving micronutrients in soils. In: MORTVEDT, J.J.; GIORDANO, P.M.; LINDSAY, W.L., ed. Micronutrients in agriculture. Madison : Soil Sci. Soc. Am., 1972. p. 79-114.
101. TRANI, P.E.; HIROCE, R. & BATAGLIA, O.C. Análise foliar: amostragem e interpretação. Campinas : Fundação Cargill, 1983. 18 p.
102. TUCKER, T.C. & KURTZ, L.T. A comparison of several chemical methods with the bioassay procedure for extracting Zinc from soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc., v. 19, n. 4, p. 477-481, 1955.
103. TIFFIN, L.O. Translocación de micronutrientes en plantas. In: MORTVEDT, J.J.; GIORDANO, P.M.; LINDSAY, W.L., ed. Micronutrientes en agriculture. México : AGT, 1983. 742 p.; p. 217-252.
104. URQUIAGA CABALLERO, S.; STEFANELLI, D.; OLIVEIRA, C. de.; VIDAL, R. Necessidades de nutrientes e calagem na produção de matéria seca do feijoeiro num Latossolo Vermelho Amarelo da Região de Barretos, São Paulo. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, v. 22, n. 4, p. 387-391, abr. 1987.
105. VALADARES, J.M.A.S. & CATANI, R.A. Zinco em solos do Estado de São Paulo. I. Zinco Total. Bragantia, Campinas, v. 34, n. 5, p. 133-140, mar. 1975.
106. VIEIRA, C. O feijoeiro comum: cultura, doenças e melhoramento. Viçosa : Imprensa Universitária, 1978. 220 p.
107. \_\_\_\_; SILVA, C.C.; CHAGAS, J.M.; ARAUJO, G.A.A. Comportamento de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) na zona da mata de Minas Gerais-III. Revista Ceres, Viçosa, v. 30, n. 168, p. 133-49, 1983.

108. VIEIRA, E.H.N.; KLUTCHOUSKI, J.; OLIVEIRA, I.P. de. Aplicação de micronutrientes em feijoeiro (*P. vulgaris* L.) através da semente. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 2., 1987. Goiânia. Resumos... Goiânia : EMBRAPA-CNPAF, 1987. np. (Resumos 59).
109. WALLACE, A.; MUELLER, R.T. & ALEXANDER, G.V. Influence of phosphorus on zinc, iron, manganese and copper uptake by plants. Soil Science, v. 126, n. 6, p. 336-41, 1978.
110. WARD, R.C.; LANGIN, E.J.; OLSON, R.A.; STUKENHOLTZ, D.D. Factors responsible for poor response of corn and grain sorghum to phosphorus fertilization. III. Effects of soil compaction, moisture level and other properties on P-Zn relations. Soil Sci. Soc. Am. Proc., v. 27, p. 326-330, 1963.
111. WATANABE, F.S.; LINDSAY, W.L. & OLSEN, S.R. Nutrient balance involving phosphorus, iron, and zinc. Soil Sci. Soc. Proc., v.29, p. 562-65, 1965.
112. WILCOX, G.E. & FAGERIA, N.K. Deficiências nutricionais do feijão, sua identificação e correção. Goiânia : EMBRAPA-CNPAF, 1976. 22 p. (EMBRAPA/CNPQ. Boletim Técnico, v. 5).